

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ»

Кафедра автоматической электросвязи

А.В. Росляков, Сулягина Л.Н.

**Проектирование городской наложенной
мультисервисной сети связи общего
пользования**

**Учебное пособие
для курсового проектирования**

Самара
2017

УДК 621.395

ББК

P75

Рекомендовано к изданию Методическим советом ПГУТИ, протокол № 76 от 16.05.2017г.

Рецензент: зав. кафедрой СС ПГУТИ, д.т.н., профессор Васин Н.Н.

Росляков, А.В.

Проектирование городской наложенной мультисервисной сети связи общего пользования / учебное пособие для курсового проектирования / А.В. Росляков, Л.Н. Сулягина. – Самара: ПГУТИ, 2017. - 64 с.

Учебное пособие для выполнения курсового проекта по дисциплине «Сети связи и системы коммутации» разработано в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (профиль «Оптические и проводные сети и системы связи») и предназначено для студентов дневного и заочного отделений факультета Телекоммуникаций и радиотехники. Пособие содержит задание на курсовое проектирование и методические указания по его выполнению.

© ФГБОУ ВО ПГУТИ, 2017

© А.В. Росляков, Л.Н. Сулягина, 2017

Содержание

1	Задание на курсовое проектирование.....	4
1.1	Постановка задачи проектирования.....	4
1.2	Исходные данные на курсовое проектирование	4
1.3	Содержание курсового проекта.....	7
2	Описание существующей городской сети связи.....	8
3	Методика расчета возникающих и межстанционных нагрузок....	
4	Методика расчета емкости пучков межстанционной связи.....	
5	Расчет пропускной способности цифрового кольца для сети с коммутацией каналов.	
5.1	Расчет пропускной способности цифрового кольца для сети с коммутацией каналов	
5.2	Характеристика транспортной сети синхронной цифровой иерархии SDH	
5.3	Пример расчета требуемой пропускной способности цифрового SDH-кольца	
6	Расчет сети общеканальной сигнализации ОКС№7.....	
7	Расчет сети с пакетной коммутацией.....	
7.1	Методика расчета и выбора типов интерфейсов для передачи разговорного трафика.....	
7.2	Определение транспортного ресурса и интерфейса подключения транзитного шлюза к пакетной сети.....	
7.3	Расчет производительности гибкого коммутатора.....	
7.4	Методика расчета и выбора типов интерфейсов для передачи Интернет трафика.....	
7.5	Методика расчета и выбора типов интерфейсов для передачи видео трафика	
	Список рекомендованных источников литературы.....	
	Приложения.....	

1 ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

1.1 Постановка задачи проектирования

На существующей цифровой городской сети связи (ГСС) имеется несколько цифровых опорных станций (ОПС), количество, тип оборудования и емкость которых указаны в табл. 1.1. Все станции сети соединены между собой через транспортную сеть SDH с кольцевой топологии на базе волоконно-оптических линий связи (ВОЛС).

В курсовом проекте необходимо разработать эскизный проект городской наложенной мультисервисной сети связи общего пользования (МССОП) на базе единой транспортной пакетной сети и технологии гибкого коммутатора (softswitch) для предоставления пакета услуг Triple Play (пакетная телефония VoIP, доступ в Интернет, пакетное телевидение IP-TV) на территории существующей цифровой ГСС. Для подключения пользователей к МССОП запроектировать мультисервисные узлы доступа MSAN в помещениях существующих ОПС/ОПТС и абонентские (резидентные) медиашлюзы (АМШ) в новых помещениях.

Места размещения зонowego транзитного узла (ЗТУ), центра обслуживания вызовов ЦОВ (вместо бывшего узла спецслужб УСС), узла доступа в Интернет (УДИ), узла предоставления услуг пакетного телевидения IP-TV (УПТ), гибкого коммутатора (ГК) и транзитных шлюзов (ТШ) определить самостоятельно.

Пакетную транспортную сеть проектируемой наложенной мультисервисной сети связи общего пользования реализовать с максимальным использованием свободных волокон в существующих оптических кабелях или на базе оборудования спектрального уплотнения оптических волокон xWDM.

1.2 Исходные данные на курсовое проектирование

1. Номер варианта N – соответствует двум последним цифрам номера зачетной книжки.
2. Характеристика станционного оборудования существующей цифровой ГСС представлена в табл. 1.1.
3. Интенсивность нагрузки к ЦОВ (УСС) принимается равной 2% от общей возникающей нагрузки ОПС.
4. Нумерация на сети - шестизначная.

5. Нагрузка на комбинированную заказно-соединительную линию/соединительную линию междугороднюю ЗСЛ/СЛМ от одного абонента $a_{зсл/слм} = 0,0015$ Эрл.

6. Средняя интенсивность исходящей нагрузки на одну абонентскую линию: $a = 0,05$ Эрл.

Таблица 1.1

Характеристика станционного оборудования существующей ГСС

Номера вариантов	$N = 00 \div 29$	$N = 30 \div 49$	$N = 50 \div 79$	$N = 80 \div 99$
Число цифровых ОПС на существующей ГСС	6	5	6	5
Система ОПС	AXE-10 и EWSD	EWSD и Alcatel 1000 S-12	AXE-10 и Alcatel 1000 S-12	EWSD и AXE-10
Задействованная емкость ОПС, тыс. номеров	20 ÷ 30	25 ÷ 40	15 ÷ 30	15 ÷ 25

7. По каждому проектируемому мультисервисному узлу доступа (MSAN), размещаемому в помещении существующей ОПС, задается:

- количество абонентов, имеющих доступ в Интернет N_{Int} – 50% от задействованной емкости ОПС;

- количество абонентов, использующих услугу пакетного телевидения IP-TV $N_{\text{IP-TV}}$ – 30% от задействованной емкости ОПС;

- количество абонентов, использующих услугу «Видео по запросу» (Video-on-Demand, VoD): N_{VoD} – 10% от задействованной емкости ОПС.

8. Количество абонентских медиашлюзов проектируемой сети – $N_{\text{АМШ}}$, размещаемых в новых помещениях, выбирается в соответствии с номером варианта N и данными табл. 1.2.

Таблица 1.2

Количество проектируемых MSAN – $N_{AMШ}$

Номера вариантов	$N = 00÷29$	$N = 30÷49$	$N = 50÷79$	$N = 80÷99$
Количество проектируемых АМШ, размещаемых в новых помещениях	4	5	5	4

9. Данные о структурном составе абонентов проектируемых АМШ, размещаемых в новых помещениях проектируемой МССОП, необходимо выбрать в соответствии с номером варианта N из табл. 1.3.

Таблица 1.3

Характеристика структурного состава абонентов АМШ проектируемой мультисервисной сети

Номера вариантов, N	Количество аналоговых абонентских телефонных линий, $N_{ал}$	Количество абонентов доступа в Интернет в % от $N_{ал}$, N_{Int}	Количество абонентов пакетного телевидения в % от $N_{ал}$, N_{IP-TV}	Количество абонентов услуги «Видео по запросу» в % от $N_{ал}$, N_{VoD}	Производитель оборудования АМШ
00÷09	13000	35	20	10	МФИ-Софт
10÷19	12000	30	22	8	СИТРОНИКС
20÷29	14000	40	28	9	ИскраТел
30÷39	15000	35	25	4	ПРОТЕЙ
40÷49	18000	45	26	7	ЭЛТЕКС
50÷59	16000	40	30	10	Alcatel-Lucent
60÷69	17000	50	35	8	VocalTec
70÷79	11000	30	15	5	Cisco
80÷89	10000	40	32	10	Huawei
90÷99	20000	50	27	12	АИС и ТЕК

1.3 Содержание курсового проекта

В курсовом проекте необходимо:

1. Разработать схему организации связи, план нумерации и выбрать системы сигнализации для существующей ГСС.
2. Разработать схему организации связи, план нумерации и выбрать системы сигнализации для проектируемой наложенной мультисервисной сети связи общего пользования.
3. Рассчитать возникающие и межстанционные телефонные нагрузки в проектируемой МССОП.
4. Выполнить расчет емкости пучков межстанционных связей в проектируемой МССОП.
5. Рассчитать необходимые цифровые потоки SDH для включения ОПС и транзитных шлюзов в кольцевую транспортную сеть SDH.
6. Разработать схему сети общеканальной сигнализации ОКС№7, рассчитать сигнальную нагрузку и число необходимых сигнальных звеньев в каждом направлении.
8. Определить транспортные и сигнальные нагрузки при реализации услуг пакета Triple Play для каждого MSAN и АМШ проектируемой МССОП.
9. Рассчитать требуемую пропускную способность, выбрать интерфейсы для подключения проектируемого оборудования МССОП в пакетную транспортную сеть для пропуска телефонной нагрузки и каждого вида нагрузки из услуг пакета Triple Play. Выбрать необходимую технологию для реализации транспортной пакетной сети.
10. Выполнить расчет производительности проектируемого гибкого коммутатора МССОП.
11. Выбрать тип и определить объем проектируемого оборудования мультисервисных узлов доступа MSAN, абонентских медиашлюзов АМШ, транзитных шлюзов ТШ и гибкого коммутатора (softswitch) заданного производителя в соответствии с вариантом из табл. 1.3.

2 ОПИСАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ГОРОДСКОЙ СЕТИ СВЯЗИ

Существующая ГСС представляет собой сеть, на которой действуют только цифровые системы коммутации. Все телефонные станции ГСС связаны между собой по принципу «каждая с каждой», используя в качестве транспортной сеть SDH с кольцевой топологией. Для включения в сеть SDH на станциях используются мультиплексоры ввода-вывода уровня STM-N (конкретное значение уровня мультиплексора будет определено в разделе 5). На одной из ОПС организуется центр обслуживания вызовов ЦОВ (по старой классификации – узел специальных служб УСС). Выход на внутризональную и междугородную телефонные сети осуществляется через зонный транзитный узел (ЗТУ). Пример структурной схемы цифровой ГСС представлен на рис. 2.1.

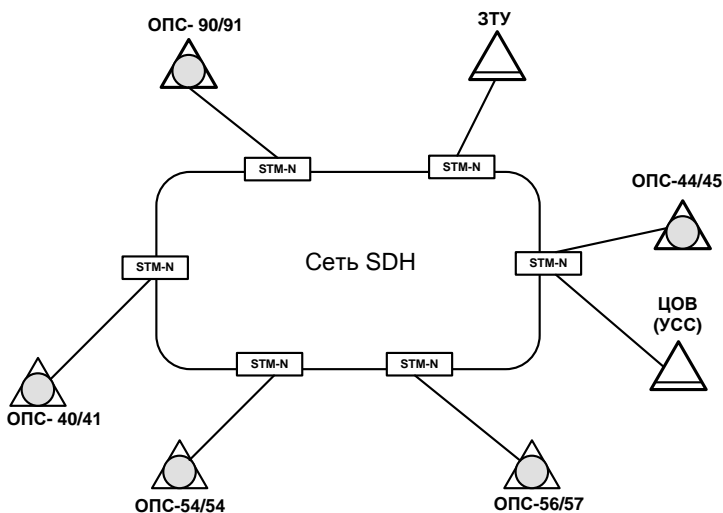


Рис. 2.1 – Пример структурной схемы цифровой ГСС

Схема размещения проектируемых мультисервисных узлов доступа MSAN, абонентских медиашлюзов АМШ, транзитных шлюзов, гибкого коммутатора, узла доступа в Интернет (УДИ) и узла предоставления услуг пакетного телевидения IP-TV (УПТ), приведена на рис. 2.2.

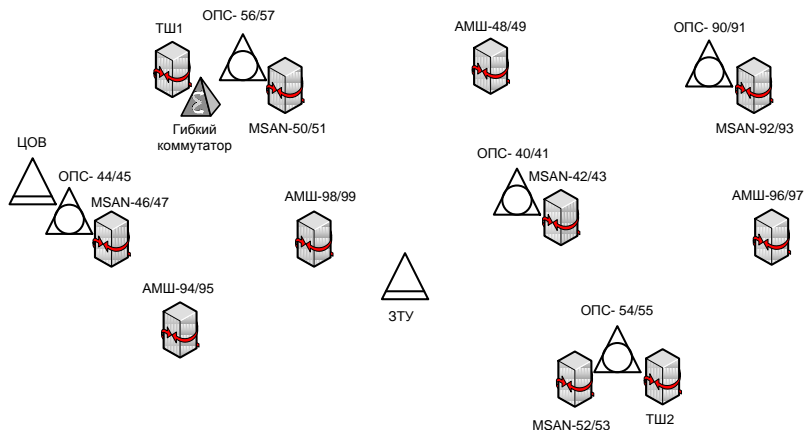


Рис. 2.2 - Схема размещения проектируемого оборудования МССОП

Характеристика существующего оборудования цифровой ГСС и проектируемого оборудования МССОП приведены в табл. 2.1 и 2.2 соответственно. Примечание: тип проектируемого оборудования будет определен в разделе 8 пособия.

Таблица 2.1
Характеристика оборудования проектируемой МССОП

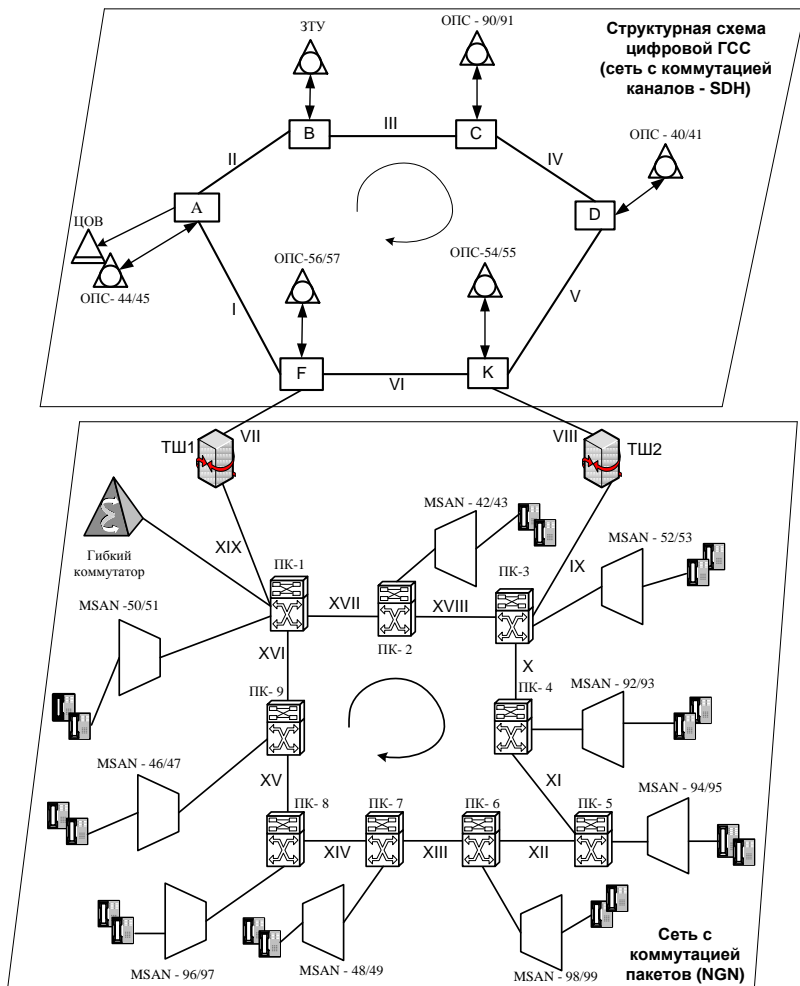
№ п/п	Узел сети	Тип оборудования	Емкость, номеров	Нумерация	Примечание
1	ОПС-40/41	EWSD	15000	400000 ÷ 414999	
2	ОПС-44/45	EWSD	18000	440000 ÷ 457999	
3	ОПС-54/55	AXE-10	20000	540000 ÷ 559999	
4	ОПС-56/57	AXE-10	16000	560000 ÷ 575999	
5	ОПС-90/91	EWSD	19000	900000 ÷ 918999	
6	ЗТУ	AXE-10	-	-	
7	ЦОВ	EWSD	-	-	В одном здании с ОПС-44/45
Суммарная ёмкость сети 88000 номеров					

Таблица 2.2

Характеристика оборудования проектируемой МССОП

№ п/п	Узел сети	Тип оборудования	Емкость, номеров	Нумерация	Примечание
1.	MSAN-42/43	UA 5000 Huawei	10000	420000 ÷ 434999	в здании ОПС- 40/41
2.	MSAN-46/47	UA 5000 Huawei	10000	460000 ÷ 479999	в здании ОПС- 44/45
3.	MSAN-48/49	UA 5000 Huawei	10000	480000 ÷ 499999	
4.	MSAN-50/51	UA 5000 Huawei	10000	500000 ÷ 519999	в здании ОПС- 56/57
5.	MSAN-52/53	UA 5000 Huawei	10000	520000 ÷ 539999	в здании ОПС- 54/55
6.	MSAN-92/93	UA 5000 Huawei	10000	920000 ÷ 939999	в здании ОПС- 90/91
7.	MSAN-94/95	UA 5000 Huawei	10000	940000 ÷ 959999	
8.	MSAN-96/97	UA 5000 Huawei	10000	960000 ÷ 979999	
9.	MSAN-98/99	UA 5000 Huawei	10000	980000 ÷ 999999	
10.	ТШ1	UMG 8900 Huawei	-	-	в здании ОПС- 56/57
11.	ТШ2	UMG 8900 Huawei	-	-	в здании ОПС- 54/55
12.	ГК	SoftX3000 Huawei	-	-	в здании ОПС- 56/57
Суммарная проектируемая ёмкость сети 178000 номеров					

Структурная схема проектируемой городской наложенной мультисервисной сети связи общего пользования показана на рис. 2.3.



ОПС - опорная станция; MSAN - мультисервисный узел доступ;
 ПК – пакетный коммутатор; ТШ – транзитный шлюз;
 ЗТУ – зональный транзитный узел; А, В, С и т.д. – мультиплексоры
 ввода/вывода сети SDH

Рис. 2.3 - Пример структурной схемы проектируемой городской наложенной мультисервисной сети связи общего пользования

3 МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВОЗНИКАЮЩИХ И МЕЖСТАНЦИОННЫХ НАГРУЗОК

Согласно инструкции, изложенной в [1], расчет интенсивности возникающей абонентской нагрузке при отсутствии статистических данных, должен производиться в соответствии с данными табл. 7.2 в [1]. Причем расчет возникающей нагрузки, должен производиться отдельно для утреннего и вечернего ЧНН, затем выбирается максимальное значение возникающей нагрузки, которое принимается за расчетную.

В курсовом проекте для упрощения расчетов возникающую нагрузку i -ого узла коммутации (ОПС или АМШ) можно определять по формуле:

$$y_{\text{возн.}i} = a \cdot N_i, \quad \text{Эрл}, \quad (3.1)$$

где a – средняя интенсивность исходящей нагрузки на одну абонентскую линию нагрузка;

N_i – число абонентов i -ой ОПС/ОПТС или MSAN (из табл. 2.1).

Например, для ОПС-40/41: $y_{\text{возн.}i} = 0,05 \cdot 15000 = 750$ Эрл.

Аналогично рассчитываются возникающие нагрузки для каждого узла доступа (ОПС/ОПТС или MSAN). После этого находят суммарную возникающую нагрузку сети:

$$y_{\text{возн.сети}} = \sum_{i=1}^n y_{\text{возн.}i}, \quad (3.2)$$

где n - число узлов доступа МССОП.

В формуле (3.1) при определении $y_{\text{возн.}i}$ не учитывается нагрузка к ЗТУ.

Выполнив расчеты по формулам (3.1) и (3.2), находят в % долю возникающей нагрузки каждой станции в общем возникающем сообщении сети:

$$m_i = \frac{y_{\text{возн.}i}}{y_{\text{возн.сети}}} \quad (3.3)$$

Используя значение m_i , по табл. 7.3 в [1] (таблица 1 Приложения) определяют долю внутростанционного сообщения, т.е. $m_i \Rightarrow K_{\text{внутр.}i}$

Зная значение $K_{\text{вн}i}$, определяется величина внутростанционной нагрузки $y_{\text{вн}i}$:

$$y_{вн.i} = k_{вн.i} \cdot y_{возн.i} , \quad (3.4)$$

Для каждой ОПС/ОПТС или MSAN рассчитывается величина исходящей нагрузки:

$$y_{исх.i} = y_{возн.i} - y_{вн.i} - y_{УСС.i} . \quad (3.5)$$

При отсутствии статистических данных нагрузка к узлу спецслужб принимается равным 2% от $y_{возн.i}$:

$$y_{УСС.i} = 0,02 \cdot y_{возн.i} . \quad (3.6)$$

Интенсивности исходящих нагрузок от каждой станции сети распределяются пропорционально интенсивностям исходящих нагрузок других узлов сети, т.е.:

$$y_{ij} = \frac{y_{ИСХi} \cdot y_{ИСХj}}{\sum_{k=1}^m y_{ИСХk} - y_{ИСХi}} . \quad (3.7)$$

Для определения нагрузки к/от ЗТУ необходимо использовать данные табл.2.1, $\alpha_{зсл} = 0,002$ Эрл. и $\alpha_{слм} = 0,0015$ Эрл., соответственно:

$$y_{зтвi} = \alpha_{зсл} \cdot N_i \quad \text{и} \quad y_{слм.i} = \alpha_{слм} \cdot N_i , \quad (3.8)$$

где N_i - число абонентов соответствующего узла доступа.

Результаты расчетов по формулам (3.1) ÷ (3.6) и по формуле (3.8) целесообразно представить в виде табл. 3.1.

Таблица 3.1

Результаты расчетов возникающих нагрузок

ОПС/ОПТС или MSAN	$У_{возн.i}$, Эрл	m_i , %	$к_{вн.i}$	$У_{вн.i}$, Эрл.	$У_{УСС.i}$, Эрл.	$У_{исх.i}$, Эрл.	$У_{ЗТУi}$, Эрл.	$У_{елмi}$, Эрл.
ОПС-40/41	750	8,4	0,25	187,5	15,0	547,5	30,0	22,5
ОПС-44/45	900	10,1	0,27	243,0	18,0	639,0	36,0	27,0
ОПС-54/55	1000	11,2	0,29	290,0	20,0	690,0	40,0	30,0
ОПС-56/57	800	9,0	0,26	208,0	16,0	576,0	32,0	24,0
ОПС-90/91	950	10,7	0,28	266,0	19,0	665,0	38,0	28,5
MSAN-42/43	500	5,6	0,21	105,0	10,0	385,0	20,0	15,0
MSAN-46/47	500	5,6	0,21	105,0	10,0	385,0	20,0	15,0
MSAN-48/49	500	5,6	0,21	105,0	10,0	385,0	20,0	15,0
MSAN-50/51	500	5,6	0,21	105,0	10,0	385,0	20,0	15,0
MSAN-52/53	500	5,6	0,21	105,0	10,0	385,0	20,0	15,0
MSAN-92/93	500	5,6	0,21	105,0	10,0	385,0	20,0	15,0
MSAN-94/95	500	5,6	0,21	105,0	10,0	385,0	20,0	15,0
MSAN-96/97	500	5,6	0,21	105,0	10,0	385,0	20,0	15,0
MSAN-98/99	500	5,6	0,21	105,0	10,0	385,0	20,0	15,0
Σ	8900					6582,5		

Используя данные табл. 3.1 и формулу (3.8), строится матрица межстанционных потоков нагрузки, представленная в виде табл. 3.2.

4 МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЕМКОСТИ ПУЧКОВ МЕЖСТАНЦИОННОЙ СВЯЗИ

Так как на городской наложенной мультисервисной сети связи общего пользования используются только цифровые системы коммутации, то в проекте для расчета емкостей пучков МСС следует использовать первую формулу Эрланга:

$$E_v(y) = \frac{y^v}{V!} \cdot \frac{1}{\sum_{i=0}^v \frac{y^i}{i!}}, \quad (4.1)$$

где $E_v(y)$ - вероятность потерь в полнодоступном пучке из V линий, на который поступает нагрузка y , создаваемая простейшим потоком вызовов.

Первая формула Эрланга табулирована [2]. При выполнении курсового проекта можно воспользоваться табл. П 1.2 Приложения или он-лайн калькулятором Эрланг В, расположенным в Интернете по адресу <http://erlang.com/calculator/erlb/>. При расчетах необходимо использовать соответствующую вероятность потерь, значения которых приведены в табл. 4.1 [1].

Таблица 4.1

Значения вероятности потерь для соответствующих направлений ГСС

Наименование направлений	Вероятность потерь по вызовам
ОПС – ОПС (MSAN – ОПС или MSAN – MSAN)	0,010
ОПС(MSAN) – УСС	0,001
ОПС(MSAN) – ЗТУ	0,004
ЗТУ – ОПС(MSAN)	0,002

Результаты расчета сводятся в матрицу емкости пучков МСС (см. табл. 4.2).

Используя данные табл. 3.1, табл. 4.1 и формулу (4.8), можно определить число линий к/от ЗТУ и к ЦОВ. Соответствующее число линий представлено в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Число линий в направлениях к/от ЗТУ и к УСС

ОПС/ОПТС или MSAN	$V_{УСС.i}$,	$V_{ЗТУi}$,	$V_{слmi}$
ОПС-40/41	28	44	36
ОПС-44/45	32	51	42
ОПС-54/55	35	56	46
ОПС-56/57	30	46	38
ОПС-90/91	33	53	44
MSAN-42/43	21	32	27
MSAN-46/47	21	32	27
MSAN-48/49	21	32	27
MSAN-50/51	21	32	27
MSAN-52/53	21	32	27
MSAN-92/93	21	32	27
MSAN-94/95	21	32	27
MSAN-96/97	21	32	27
MSAN-98/99	21	32	27

Число ИКМ-трактов в каждом направлении МСС N_{ij} определяется по формуле:

$$N_{ij} = \left\lceil \frac{V_{ij}}{30} \right\rceil, \quad (4.2)$$

где V_{ij} - число соединительных линий в данном направлении, взятое из табл. 4.2 и табл. 4.3.

«30» - число пользовательских каналов в ИКМ-тракте Е1 со скоростью 2,048 Мбит/с.

Результаты расчета заносятся в матрицу числа ИКМ-трактов N_{ij} (табл. 4.4) и соответственно в табл. 4.5.

Таблица 4.5

Число ИКМ-тракторов к/от ЗТУ и к УСС

ОПС/ОПТС или MSAN	$V_{УСС.i}$,	$V_{ЗТУi}$,	$V_{с/лмi}$
ОПС-40/41	1	2	2
ОПС-44/45	2	2	2
ОПС-54/55	2	2	2
ОПС-56/57	1	2	2
ОПС-90/91	2	2	2
MSAN-42/43	1	2	1
MSAN-46/47	1	2	1
MSAN-48/49	1	2	1
MSAN-50/51	1	2	1
MSAN-52/53	1	2	1
MSAN-92/93	1	2	1
MSAN-94/95	1	2	1
MSAN-96/97	1	2	1
MSAN-98/99	1	2	1

5 РАСЧЕТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЦИФРОВОГО КОЛЬЦА ДЛЯ СЕТИ С КОММУТАЦИЕЙ КАНАЛОВ

5.1 Характеристика транспортной сети синхронной цифровой иерархии SDH

В настоящее время на городских сетях связи Российской Федерации основным транспортным средством являются средства связи синхронной цифровой иерархии SDH, которые имеют возможность выделения сигналов цифровых сетевых трактов из сигналов вышестоящих цифровых сетевых трактов без демультимплексирования последних. Характеристики стандартных системы SDH приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1
Стандартные системы синхронной цифровой иерархии SDH

Тип системы SDH	STM-1	STM-4	STM-16	STM-64
Количество потоков E1	63	252	1008	4032
Скорость, Мбит/с	155,520	622,080	2488,320	9953,280

При использовании оборудования SDH сети строятся в виде волоконно-оптических колец, на которых в пунктах концентрации нагрузки устанавливаются мощные транзитные центры, а вдоль по кольцу - мультиплексоры ввода/вывода (синхронные транспортные модули- STM).

Методика проектирования сети SDH для ГСС предусматривает повторное использование каналов на различных участках кольца. Расчет цифрового потока в кольце производится для структуры кольца, состоящей из четырех оптических волокон. Выбор данного числа оптических волокон основан на следующих положениях:

1. По одному оптическому волокну (ОВ) организуется только симплексная связь, т.е. передача информации в одном направлении (например, по часовой стрелке). Для возможности дуплексной связи используется другое ОВ, в котором передача информации осуществляется в обратном направлении (например, против часовой стрелки). При этом задействованы одни и те же участки кольца;

2. По одному и тому же кольцу можно организовать как входящую, так и исходящую связь относительно одной станции. При этом участвуют разные участки кольца. Таким образом, для организации дуплексной входящей и исходящей связи в кольце

должно быть задействовано два ОВ. За прямое направление циркулирования информационного потока принято направление исходящей связи (например, по часовой стрелке);

3. Для обеспечения надежности связи предусмотрена возможность организации связи в обратном направлении (в случае обрыва одного из участков кольца или отдельного ОВ). Для этих целей используются два других ОВ. Переключение на резерв осуществляется службой оперативного управления сетью (автоматически или вручную).

Таким образом, для организации надежного функционирования кольца требуется четыре оптических волокна, два из которых - для основного и два - для резервного кольца.

Пропускная способность цифрового кольца выбирается по максимальной требуемой скорости цифрового потока в основном кольце.

5.2 Методика расчета требуемой пропускной способности цифрового SDH-кольца

Методика расчета требуемой пропускной способности цифрового SDH-кольца предусматривает выполнение следующих расчетов:

1. Рассчитываются нагрузки y_{ij} , вводимые в i -м пункте и выводимые в j -м пункте, путем суммирования всех межстанционных нагрузок, циркулирующих между указанными пунктами кольца, где $i = 1, 2, \dots, N; j = 1, 2, \dots, N; N$ - количество пунктов ввода-вывода в кольце;

2. Отдельно рассчитываются нагрузки от/к ЗТУ и к ЦОВ, вводимые в i -м пункте и выводимые в j -м пункте (если они имеются), путем суммирования всех соответствующих нагрузок, циркулирующих между указанными пунктами кольца.

3. Рассчитывается число каналов, необходимое для обслуживания каждой из определенных выше нагрузок;

4. Полученные результаты емкостей пучков соединительных линий округляются до «30» в большую сторону для нахождения числа первичных цифровых потоков (ПЦТ) Е1 на каждом участке межстанционной связи.

5. Подсчитывается необходимое число первичных цифровых потоков на каждом k -м участке кольца V_k путем суммирования числа всех первичных цифровых потоков, задействованных на соответствующем участке, где k - номер участка кольца, $k = 1, 2, \dots, K; K$ - общее число участков кольца;

6. Выбирается участок кольца, на котором требуется наибольшее количество первичных цифровых потоков V_{kmax} ;

7. С учетом запаса на развитие сети полученное число V_{kmax} увеличивается на 30 ÷ 40% (запас емкости кольца может быть другим при соответствующем обосновании специфических условий развития сети);

8. Выбор типа системы передачи SDH для реализации цифрового кольца осуществляется с учетом максимального количества ПЦТ, которое может обеспечить соответствующая система (см табл. 5.1). Если требуемая канальная емкость цифрового кольца выше одной из стандартных емкостей системы SDH, то выбирается система более высокого уровня или на сети образуют два или несколько колец.

5.3 Пример расчета требуемой пропускной способности цифрового SDH-кольца

Рассмотрим расчет требуемой пропускной способности цифрового SDH-кольца, обеспечивающего межстанционную связь на ГСС, представленную на рис. 5.1.

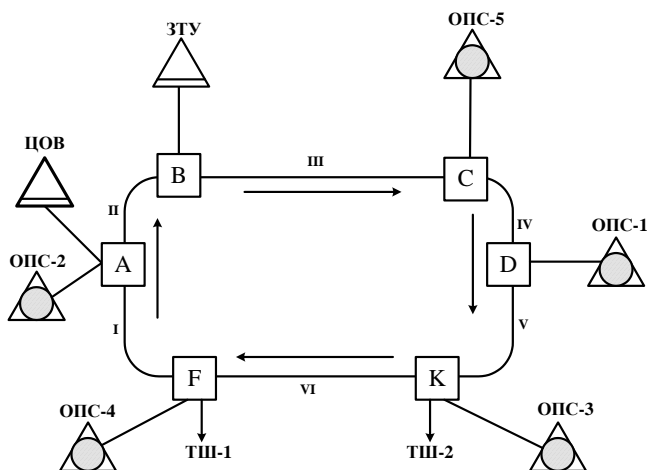


Рис. 5.1 - Пример кольцевой структуры ГСС

В кольце используется шесть мультиплексов ввода-вывода нагрузки (или кроссконнектора), обозначенные на рис. 5.1 символами

А, В, С, D, К и F. Участки кольца между мультиплексорами обозначены римскими цифрами I, II, III, IV, V и VI. Через мультиплексоры F и K осуществляется выход в пакетную сеть: соответственно через ТШ-1 и ТШ-2.

В рассматриваемой сети отсутствуют транзитные и опорно-транзитные станции, обеспечивающие групповое использование пучков соединительных линий на отдельных участках сети, поэтому все пучки между всеми станциями сети можно считать независимо на основании соответствующих нагрузок.

Значения емкостей пучков округляются в большую сторону до числа, кратного «30», и полученные числа делятся на 30. Таким образом, получается таблица емкостей пучков соединительных линий в первичных цифровых трактах E1. Для рассматриваемого примера такая таблица будет иметь следующий вид (табл. 5.2).

Таблица 5.2

Емкости пучков межстанционных связей

№ ОПС	1	2	3	4	5	ЗТУ	ЦОВ
1	-	V_{1-2}	V_{1-3}	V_{1-4}	V_{1-5}	$V_{1-ЗТУ}$	$V_{1-ЦОВ}$
2	V_{2-1}	-	V_{2-3}	V_{2-4}	V_{2-5}	$V_{2-ЗТУ}$	$V_{2-ЦОВ}$
3	V_{3-1}	V_{3-2}	-	V_{3-4}	V_{3-5}	$V_{3-ЗТУ}$	$V_{3-ЦОВ}$
4	V_{4-1}	V_{4-2}	V_{4-3}	-	V_{4-5}	$V_{4-ЗТУ}$	$V_{4-ЦОВ}$
5	V_{5-1}	V_{5-2}	V_{5-3}	V_{5-4}	-	$V_{5-ЗТУ}$	$V_{5-ЦОВ}$
ЗТУ	$V_{ЗТУ-1}$	$V_{ЗТУ-2}$	$V_{ЗТУ-3}$	$V_{ЗТУ-4}$	$V_{ЗТУ-5}$	-	-

Затем заполняется табл. 5.3, в которой указываются ПЦТ, вводимые в i -м мультиплексоре и выводимые в j -м мультиплексоре цифрового кольца.

В последнем столбце табл. 5.3 приведены суммы всех элементов каждой строки, которые определяют суммарное число ПЦТ, вводимых в соответствующих мультиплексорах.

Для простоты расчетов будем предполагать, что через мультиплексоры ввода/вывода F и K, к которым подключены ТШ-1 и ТШ-2 соответственно, проходят одинаковые по величине цифровые потоки, в дальнейшем эти транкинговые шлюзы будут обозначены как один шлюз-ТШ.

Таблица 5.3

Межстанционные ПЦТ кольцевой структуры

Мультиплексоры ввода ПЦТ	Мультиплексоры вывода ПЦТ						Сумма вводимых ПЦТ
	А	В	С	Д	К	Ф	
А	-	V_{A-B}	V_{A-C}	V_{A-D}	V_{A-K}	V_{A-F}	$V_{\Sigma A}$
В	V_{B-A}	-	V_{B-C}	V_{B-D}	V_{B-K}	V_{B-F}	$V_{\Sigma B}$
С	V_{C-A}	V_{C-B}	-	V_{C-D}	V_{C-K}	V_{C-F}	$V_{\Sigma C}$
Д	V_{D-A}	V_{D-B}	V_{D-C}	-	V_{D-K}	V_{D-F}	$V_{\Sigma D}$
К	V_{K-A}	V_{K-B}	V_{K-C}	V_{K-D}	-	V_{K-F}	$V_{\Sigma K}$
Ф	V_{F-A}	V_{F-B}	V_{F-C}	V_{F-D}	V_{F-K}	-	$V_{\Sigma F}$

Для рассматриваемого примера формулы для расчета пучков ПЦТ, вводимых и выводимых в соответствующих мультиплексорах, имеют вид:

$V_{A-B} = V_{2-3ТУ}$; $V_{A-C} = V_{2-5}$; $V_{A-D} = V_{2-1}$; $V_{A-K} = V_{2-3}$; $V_{A-F} = V_{2-4} + V_{2-ТШ}$,
таким образом:

$$V_{\Sigma A} = V_{2-3ТУ} + V_{2-5} + V_{2-1} + V_{2-3} + V_{2-4} + V_{2-ТШ}$$

Аналогично выполняются расчеты для всех мультиплексоров ввода/вывода:

$$V_{\Sigma B} = V_{3ТУ-5} + V_{3ТУ-1} + V_{3ТУ-3} + V_{3ТУ-4} + V_{3ТУ-ТШ};$$

$$V_{\Sigma C} = V_{5-1} + V_{5-3} + V_{5-4} + V_{5-ТШ} + V_{5-2} + V_{5-ЦОВ};$$

$$V_{\Sigma D} = V_{1-3} + V_{1-4} + V_{1-ТШ} + V_{1-2} + V_{1-ЦОВ} + V_{1-3ТУ};$$

$$V_{\Sigma K} = V_{3-4} + V_{3-ТШ} + V_{3-2} + V_{3-ЦОВ} + V_{3-3ТУ} + V_{3-5} + V_{3-1};$$

$$V_{\Sigma F} = V_{4-2} + V_{4-ЦОВ} + V_{ТШ-2} + V_{ТШ-ЦОВ} + V_{4-3ТУ} + V_{ТШ-3ТУ} + V_{4-5} + V_{ТШ-5} + V_{4-1} + V_{ТШ-1} + V_{4-3} + V_{ТШ-3}$$

Используя данные табл. 4.4 и табл. 4.5, сделан расчет $V_{\Sigma i}$:

$$V_{\Sigma A} = 32; V_{\Sigma B} = 17; V_{\Sigma C} = 29; V_{\Sigma D} = 20; V_{\Sigma K} = 36; V_{\Sigma F} = 114.$$

Общее число ПЦТ на каждом участке кольца определяется суммарным значением ПЦТ, вводимых на данном участке (в мультиплексоре начала участка), и ПЦТ, проходящих транзитом по данному участку от мультиплексоров других участков кольца. Для рассматриваемого примера формулы для расчета суммарного числа ПЦТ на каждом участке SDH-кольца имеют вид:

$$V_I = V_{\Sigma F} + V_{B-A} + V_{C-A} + V_{C-B} + V_{D-A} + V_{D-B} + V_{D-C} + V_{K-D} + V_{K-C} + V_{K-B} + V_{K-A};$$

$$V_{II} = V_{\Sigma A} + V_{C-B} + V_{D-B} + V_{D-C} + V_{K-B} + V_{K-C} + V_{K-D} + V_{F-K} + V_{F-D} + V_{F-C} + V_{F-B};$$

$$\begin{aligned}
V_{III} &= V_{\Sigma B} + V_{D-C} + V_{K-D} + V_{K-C} + V_{F-C} + V_{F-D} + V_{F-K} + V_{A-C} + V_{A-D} + \\
&+ V_{A-K} + V_{A-F}; \\
V_{IV} &= V_{\Sigma C} + V_{B-D} + V_{B-K} + V_{B-F} + V_{B-A} + V_{A-D} + V_{A-K} + V_{A-F} + V_{F-D} + \\
&+ V_{F-K} + V_{K-D}; \\
V_V &= V_{\Sigma D} + V_{F-K} + V_{A-K} + V_{A-F} + V_{B-A} + V_{B-F} + V_{B-K} + V_{C-A} + V_{C-F} + \\
&+ V_{C-K} + V_{C-B}; \\
V_{VI} &= V_{\Sigma K} + V_{A-F} + V_{B-F} + V_{B-A} + V_{C-F} + V_{C-A} + V_{C-B} + V_{D-F} + V_{D-A} + \\
&V_{D-B} + V_{D-C}.
\end{aligned}$$

Требуемая пропускная способность цифрового кольца определяется максимальным значением пропускной способности отдельного участка. Для выбора такого участка необходимо использовать данные табл. 4.4 и табл. 4.5 и составленные выражения для каждого участка SDH-кольца.

Например, для участка I, где число ПЦТ является максимальным, $V_{I_{max}} = 146$ ПЦТ. С учетом 40%-го запаса емкости кольца: $V_{I_{max}} = 204$ ПЦТ.

Полученное значение $V_{I_{max}}$ и данные табл. 5.1, позволяют сделать выбор типа синхронного транспортного модуля – STM-4.

6 РАСЧЕТ СЕТИ ОБЩЕКANAЛЬНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ ОКС №7

На существующей городской сети связи действуют только цифровые станции, поддерживающие сигнализацию ОКС №7. Поэтому на каждой цифровой станции, (включая ЗТУ), организованы оконечные пункты сигнализации SP, работающие с прикладной подсистемой ISUP.

Сигнальная сеть ОКС №7 работает в связанном режиме, т.е. все узлы коммутации цифровой ГСС связаны между собой пучками информационных каналов и звеньями сигнализации. Кроме этого между каждой парой взаимодействующих пунктов сигнализации организуется резервное звено сигнализации.

В табл. 6.1 приведено соответствие между узлами коммутации УК и организованными на базе их оборудования оконечными пунктами сигнализации SP_i.

Таблица 6.1
Таблица соответствия между узлами сети и SP

№ п/п	УК	SP _i
1.	ОПС-40/41	SP ₁
2.	ОПС-44/45	SP ₂
3.	ОПС-54/55	SP ₃
4.	ОПС- 56/57	SP ₄
5.	ОПС-90/91	SP ₅
6.	ЗТУ	SP ₆
	ЦОВ (на ОПС-44/45)	SP ₂ *

На рис. 6.1 приведена структурная схема сигнальной сети ОКС№7 существующей цифровой ГСС.

Так как звено сигнализации ОКС№7 обслуживает телефонную нагрузку, передаваемую в обоих направлениях, то телефонная нагрузка на соответствующее звено сигнализации будет определяться по формуле:

$$Уз_{ci} = У_{ij} + У_{ji}, \quad (6.1)$$

где $У_{ij}$ и $У_{ji}$ - соответствующие межстанционные нагрузки между i и j узлами коммутации.

Например, $Уз_{c1} = У_{40/41-44/45} + У_{44/45-40/41} + У_{40/41-ЦОВ}$.
В соответствие с данными табл. 3.1 и табл. 3.2:

$$УЗ_{СИ} = 57,97 + 58,86 + 15 = 131,83 \text{ Эрл.}$$

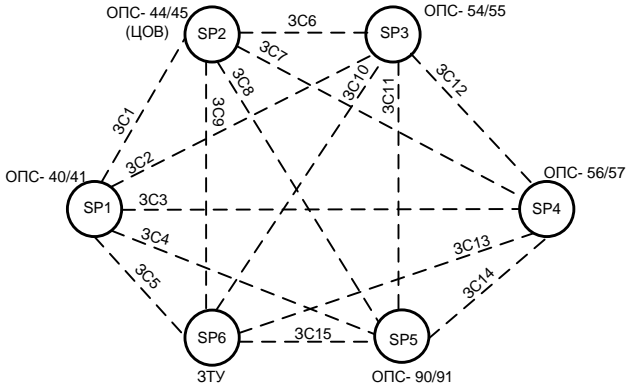


Рис. 6.1 - Структурная схема сети ОКС №7

Пример представления результатов расчетов показан в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Матрица телефонных нагрузок, обслуживаемых соответствующими звеньями сигнализации ОКС №7, Эрл

	SP ₁	SP ₂	SP ₃	SP ₄	SP ₅	SP ₆
SP ₁	-	131,83	126,71	104,76	121,86	52,5
SP ₂		-	169,01	139,21	162,31	63,0
SP ₃			-	133,58	155,41	70,0
SP ₄				-	128,5	56,0
SP ₆					-	66,5

Для определения величины сигнальной нагрузки, соответствующей определенной телефонной нагрузке, используются коэффициенты пересчета:

- для местных вызовов $K_{мест} = 0,1373 \cdot 10^{-3}$;
- для междугородних $K_{ме} = 0,166 \cdot 10^{-3}$.

В соответствии с указанными коэффициентами табл. 6.2 примет вид табл. 6.3.

Таблица 6.3

Матрица сигнальных нагрузок ОКС№7, Эрл.

	SP ₁	SP ₂	SP ₃	SP ₄	SP ₅	SP ₆
SP ₁	-	0,0181	0,0174	0,0144	0,0167	0,0087
SP ₂		-	0,0232	0,0191	0,0223	0,0105
SP ₃			-	0,0183	0,0213	0,0116
SP ₄				-	0,0176	0,0093
SP ₆					-	0,0110

Требуемое количество звеньев сигнализации рассчитывается по формуле:

$$N_{зс} = \left\lceil \frac{y_{сигн}}{0,2} \right\rceil. \quad (6.2)$$

По полученным результатам можно сделать вывод, что для всех маршрутов сети ОКС №7, представленной на рис. 6.1 достаточно одного звена сигнализации, не считая резервного ЗС.

7 РАСЧЕТ СЕТИ С ПАКЕТНОЙ КОММУТАЦИЕЙ

На рис. 7.1 представлена схема обмена медиа и сигнальной информацией в проектируемой мультисервисной сети. Для удобства расчет транспортного ресурса сети с пакетной коммутацией предлагается выполнять отдельно для каждого вида передаваемой по сети информации.

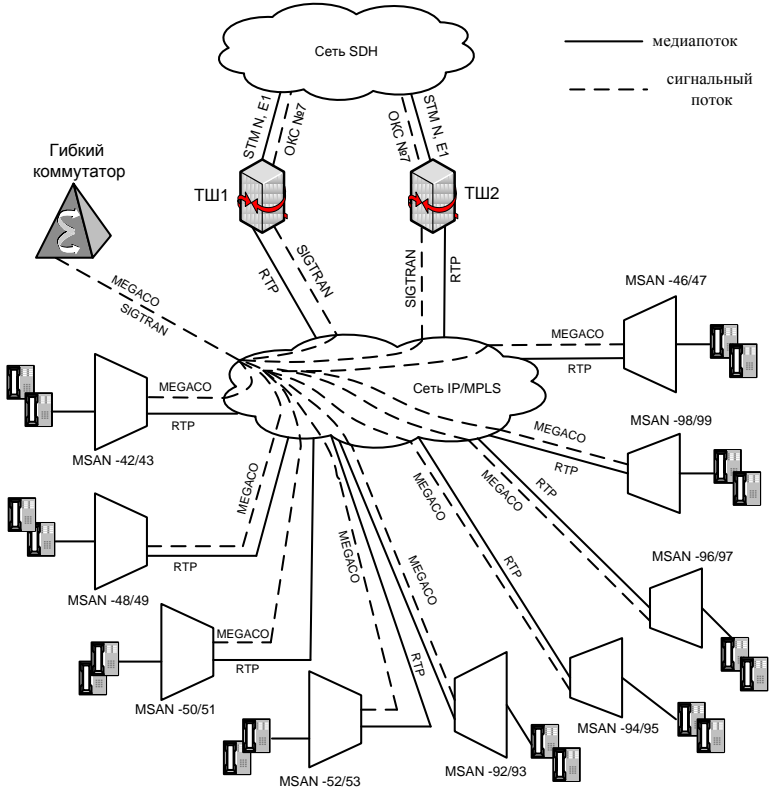


Рис. 7.1 - Схема обмена медиа и сигнальной информацией в проектируемой МССОП

7.1 Методика расчета и выбора типов интерфейсов для передачи разговорного трафика

Интенсивности нагрузок, создаваемых пользователями проектируемых MSAN при исходящей и входящей связи определяются по формуле:

$$Y_{MSAN} = \sum_{i,j} Y_{i-j} \quad (7.1)$$

где Y_{i-j} - значения межстанционных нагрузок, приведенные в табл. 3.2.

При реализации услуг широкополосного доступа нагрузка, создаваемая одним пользователем доступа ADSL, составляет 0,1 Эрл. При расчетах следует учитывать исходные данные на курсовое проектирование. Например, для рассматриваемого варианта число абонентов, имеющих доступ в Интернет:

- N_{Int} - 50% от задействованной емкости ОПС/ОПТС;

- N_{Int} - 40% от задействованной емкости MSAN проектируемой мультисервисной сети.

В табл. 7.1 приведены данные о числе абонентов MSAN, имеющих доступ в Интернет, и создаваемая ими нагрузка.

Таблица 7.1

Число абонентов MSAN, имеющих доступ в Интернет,
и создаваемая ими нагрузка.

Узел доступа	N_{ADSL}	Y_{ADSL-i} , Эрл.
MSAN-42/43	7500	750
MSAN-46/47	9000	900
MSAN-48/49	4000	400
MSAN-50/51	8000	800
MSAN-52/53	10000	1000
MSAN-92/93	9500	950
MSAN-94/95	4000	400
MSAN-96/97	4000	400
MSAN-98/99	4000	400

Результаты расчетов по формуле (7.1) заносятся в табл. 7.2.

Таблица 7.2

Нагрузка, обслуживаемая мультисервисными узлами доступа

Узел доступа	Y_{MSAN-i} , Эрл.	Y_{ADSL-i} , Эрл.	$\Sigma Y_{MSAN i}$, Эрл.
MSAN-42/43	971,62	750	1721,62
MSAN-46/47	971,62	900	1871,62
MSAN-48/49	971,62	400	1371,62
MSAN-50/51	971,62	800	1771,62
MSAN-52/53	971,62	1000	1971,62
MSAN-92/93	971,62	950	1921,62
MSAN-94/95	971,62	400	1371,62
MSAN-96/97	971,62	400	1371,62
MSAN-98/99	971,62	400	1371,62

Транспортный ресурс для подключения MSAN к пакетной сети рассчитывается с учетом необходимого ресурса для передачи медиа и сигнальной нагрузок [2]:

$$V_{MSAN i} = V_{MSAN i \text{ медиа}} + V_{MSAN i \text{ MEGACO}} \quad (7.2)$$

Транспортный ресурс необходимый для передачи медиа трафика определяется по формуле:

$$V_{MSAN i \text{ медиа}} = k \cdot V_G \cdot Y_{MSAN i} , \quad (7.3)$$

где k - коэффициент использования ресурса, $k = 1,25$;

V_G - полоса пропускания речевого кодака G.711 - 84,80 кбит/с.

Транспортный ресурс MSAN, необходимый для передачи сигнальной информации определяется по формуле:

$$V_{MSAN \text{ MEGACO}} = k_{сигн} \cdot (P_{CCOP} \cdot N_{MSAN} \cdot L_{MEGACO} \cdot N_{MEGACO}) / 450 \text{ бит/с.} \quad (7.4)$$

где P_{CCOP} - удельная интенсивность вызовов от абонентов, использующих доступ по аналоговой телефонной линии в ЧНН;

$$P_{CCOP} = 5 \text{ выз/час};$$

L_{MEGACO} – средняя длина сообщения (в байтах) протокола MEGACO, используемого при управлении коммутацией на шлюзе;

N_{MEGACO} – среднее количество сообщений протокола MEGACO при обслуживании вызова;

$k_{сигн}$ – коэффициент использования транспортного ресурса при передаче сигнальной нагрузки. По аналогии с расчетом сигнальной сети ОКС№7 примем значение $k_{сигн} = 5$, что соответствует нагрузке в 0,2 Эрл.;

$1/450$ – результат приведения размерностей «байт в час» к «бит в секунду» ($8/3600=1/450$).

В курсовом проекте можно принять, что средняя длина всех сообщений протокола *MEGACO* равна 50 байтам, а среднее количество сообщений в процессе обслуживания вызова равно 10[2].

Полоса пропускания для передачи данных по технологии ADSL определяется, исходя из того, что скорость передачи данных по технологии ADSL равна 2 Мбит/с, т.е.

$$V_{ADSL} = Y_{ADSLi} \cdot 2,048 \text{ Мбит/с.} \quad (7.5)$$

Результаты расчета по формуле (7.5) заносятся в табл. 7.3.

Таблица 7.3

Транспортный ресурс и типы интерфейсов для подключения MSAN к пакетной сети

Узел доступа	$V_{MSAN i, \text{медиа}}$, Мбит/с	$V_{MSAN i, \text{MEGACO}}$, Мбит/с	V_{ADSL} , Мбит/с	$V_{\Sigma MSAN i}$, Мбит/с	Количество и тип интерфейсов
MSAN-42/43	102,99	0,0278	1536,0	1639,018	2x10GbitEthernet
MSAN-46/47	102,99	0,0278	1843,2	1946,218	2x10GbitEthernet
MSAN-48/49	102,99	0,0278	819,2	922,218	2x1GbitEthernet
MSAN-50/51	102,99	0,0278	1638,4	1741,418	2x10GbitEthernet
MSAN-52/53	102,99	0,0278	2048,0	2151,018	2x10GbitEthernet
MSAN-92/93	102,99	0,0278	1945,6	2048,648	2x10GbitEthernet
MSAN-94/95	102,99	0,0278	819,2	922,218	2x1GbitEthernet
MSAN-96/97	102,99	0,0278	819,2	922,218	2x1GbitEthernet
MSAN-98/99	102,99	0,0278	819,2	922,218	2x1GbitEthernet

Определение емкости транспортных ресурсов выполняется с учетом следующих правил:

- для подключения используется стандартный интерфейс с превышением параметров информационного потока, т.е. если информационный поток равен, например, 48 Мбит/с, то необходимо выбрать интерфейс 100 Мбит/с (FastEthernet), а не 5 интерфейсов по 10 Мбит/с;

- каждый объект с целью резервирования подключается по схеме резервирования 1:1, т.е. если необходим для обслуживания информационного потока один интерфейс, то в емкостные параметры закладывается два интерфейса.

7.2 Определение транспортного ресурса и интерфейса подключения транзитного шлюза к пакетной сети

Транспортный ресурс, необходимый для передачи телефонного трафика в пакетную сеть, поступающего на транзитный шлюз от ССОП:

$$V_{ТМШ \text{ польз.}} = V_{G.711} \cdot Y_{ТМШ}, \quad \text{бит/с.} \quad (7.6)$$

где $Y_{ТМШ}$ - общая телефонная нагрузка, поступающая на транзитный шлюз от всех ОПС/ОПТС ССОП;

$V_{G.711}$ - для кодека G.711 полоса пропускания равна 84,8 кбит/с.

Так как ТШ-2 работает в резерве, то он способен пропустить такую же нагрузку, что и ТШ-1 и очевидно, что полоса пропускания для транзитных шлюзов будет определяться полосой пропускания участка XIX для ТШ-1 и участка IX для ТШ-2 проектируемой сети:

$$V_{ТШ1} = V_{ТШ2} = V_{XIX} = V_{IX}.$$

Таким образом, общая телефонная нагрузка, поступающая на транзитный шлюз ТШ-1 в соответствие с обозначениями, принятыми в табл. 2.1, и рис. 2.3:

$$\begin{aligned} Y_{ТМШ1} = Y_{XIX} = & Y_{1-8} + Y_{1-9} + Y_{1-10} + Y_{1-11} + Y_{1-12} + Y_{1-13} + Y_{1-14} + Y_{1-15} + Y_{1-16} + \\ & + Y_{2-8} + Y_{2-9} + Y_{2-10} + Y_{2-11} + Y_{2-12} + Y_{2-13} + Y_{2-14} + Y_{2-15} + Y_{2-16} + Y_{3-8} + \\ & + Y_{3-9} + Y_{3-10} + Y_{3-11} + Y_{3-12} + Y_{3-13} + Y_{3-14} + Y_{3-15} + Y_{3-16} + Y_{4-8} + Y_{4-9} + \\ & + Y_{4-10} + Y_{4-11} + Y_{4-12} + Y_{4-13} + Y_{4-14} + Y_{4-15} + Y_{4-16} + Y_{5-8} + Y_{5-9} + Y_{5-10} + \\ & + Y_{5-11} + Y_{5-12} + Y_{5-13} + Y_{5-14} + Y_{5-15} + Y_{5-16} + Y_{6-8} + Y_{6-9} + Y_{6-10} + Y_{6-11} + \\ & + Y_{6-12} + Y_{6-13} + Y_{6-14} + Y_{6-15} + Y_{6-16} + Y_{8-1} + Y_{8-2} + Y_{8-3} + Y_{8-4} + Y_{8-5} + \\ & + Y_{8-6} + Y_{8-7} + Y_{9-1} + Y_{9-2} + Y_{9-3} + Y_{9-4} + Y_{9-5} + Y_{9-6} + Y_{9-7} + Y_{10-1} + Y_{10-2} + \\ & + Y_{10-3} + Y_{10-4} + Y_{10-5} + Y_{10-6} + Y_{10-7} + Y_{11-1} + Y_{11-2} + Y_{11-3} + Y_{11-4} + Y_{11-5} + \\ & + Y_{11-6} + Y_{11-7} + Y_{12-1} + Y_{12-2} + Y_{12-3} + Y_{12-4} + Y_{12-5} + Y_{12-6} + Y_{12-7} + Y_{13-1} + \\ & + Y_{13-2} + Y_{13-3} + Y_{13-4} + Y_{13-5} + Y_{13-6} + Y_{13-7} + Y_{14-1} + Y_{14-2} + Y_{14-3} + Y_{14-4} + \\ & + Y_{14-5} + Y_{14-6} + Y_{14-7} + Y_{15-1} + Y_{15-2} + Y_{15-3} + Y_{15-4} + Y_{15-5} + Y_{15-6} + Y_{15-7} + \\ & + Y_{16-1} + Y_{16-2} + Y_{16-3} + Y_{16-4} + Y_{16-5} + Y_{16-6} + Y_{16-7}. \end{aligned}$$

Нагрузка на остальных участках пакетной сети определяется аналогично.

Соответствующий транспортный ресурс, необходимый для передачи сигнальной нагрузки определяется по формуле:

$$V_{\text{сигн } i} = C_i (L_{\text{SIGTRAN}} N_{\text{SIGTRAN}} + L_{\text{MEGACO}} N_{\text{MEGACO}}) \text{ бит/с.} \quad (7.7)$$

где L_{SIGTRAN} – средняя длина сообщения (в байтах) протокола SIGTRAN;

N_{SIGTRAN} – среднее количество сообщений протокола SIGTRAN при обслуживании вызова;

L_{MEGACO} – средняя длина сообщения (в байтах) протокола MEGACO, используемого для управления транспортным шлюзом;

N_{MEGACO} – среднее количество сообщений протокола MEGACO при обслуживании вызова.

Ориентировочно можно принять, что средняя длина всех сообщений протокола MEGACO равна 40 байтам, а среднее количество сообщений в процессе обслуживания вызова равно 8; средняя длина всех сообщений протокола SIGTRAN равна 45 байтам, а среднее количество сообщений в процессе обслуживания вызова равно 10 [2];

C_i – число вызовов в секунду, определяемое отношением:

$$C_i = \frac{Y_i}{t_p}, \quad (7.8)$$

где Y_i – медиа нагрузка на соответствующем участке пакетного кольца;

t_p – величина средней длительности одного занятия, для проектируемой сети, может быть принята равной - 180 с.

Таким образом, для рассматриваемого примера:

$$Y_{\text{ТМШП}} = 3962,36 \text{ Эрл.};$$

$$V_{\text{ТМШП польз.}} = 336,01 \text{ Мбит/с};$$

$$V_{\text{сигн } i} = 0,018 \text{ Мбит/с};$$

$$V_{\text{ТМШГ}} = 336,028 \text{ Мбит/с}.$$

Следовательно, для подключения ТШ-1к ПК-1 необходимо выбрать интерфейс: 2x1GbitEthernet.

7.3 Расчет производительности гибкого коммутатора

Схема передачи сигнальных нагрузок в мультисервисной сети показана на рис. 7.2.

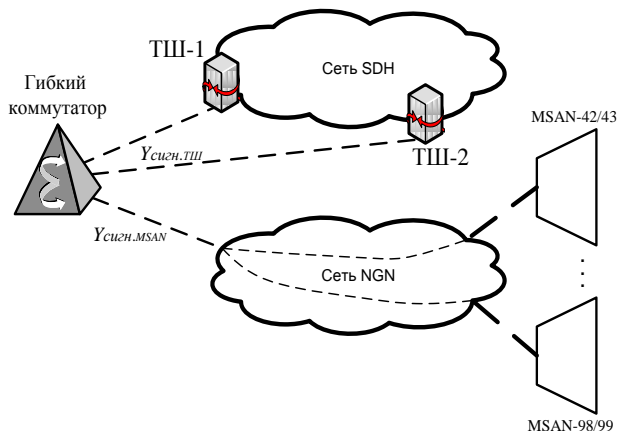


Рис. 7.2 - Схема передачи сигнальных нагрузок в МССОП

Производительность гибкого коммутатора может быть определена по формуле:

$$P_{ГК} = \frac{Y_{ТШ} + Y_{\Sigma MSAN}}{t}, \quad \text{выз/час}, \quad (7.9)$$

где t - средняя длительность одного занятия, час.

Транспортный ресурс гибкого коммутатора Softswitch для обслуживания проектируемой сети связи определяется по формуле:

$$V_{ГК} = P_{ГК} (L_{SIGTRAN} \cdot N_{SIGTRAN} + L_{MEGACO} \cdot N_{MEGACO}) / 450, \quad \text{бит/с}. \quad (7.10)$$

Для рассматриваемого примера: $P_{ГК} = 254139$ выз./час;
 $V_{ГК} = 0,12$ Кбит/с.

7.4 Методика расчета и выбора типов интерфейсов для передачи Интернет трафика

Пример структурной схемы подключения пользователей к сети Интернет показан на рис. 7.3.

В табл. 7.4 приведены число пользователей, имеющих доступ в Интернет, создаваемая ими нагрузка, число линий для обслуживания

этой нагрузки и соответствующая необходимая полоса пропускания. Пример заполнения табл. 7.4 приведен ниже.

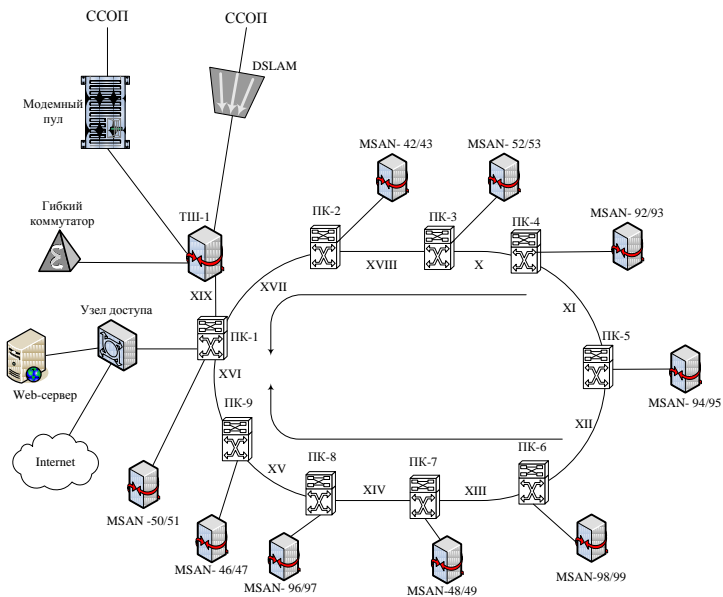


Рис. 7.3 – Пример структурной схемы подключения пользователей Интернет

Число пользователей Интернет для существующей ССОП заданы первоначально:

- число пользователей Интернет с коммутируемым доступом:

$$N_{Dial-up} = 0,1 \cdot N_{Int} ; \quad (7.11)$$

- число пользователей Интернет с широкополосным доступом.

$$N_{ADSL} = 0,1 \cdot N_{Int} . \quad (7.12)$$

Нагрузка, создаваемая одним пользователем Интернет, имеющим коммутируемый доступ, $a_{Dial-up}$ составляет 0,1 Эрл,

следовательно, нагрузку, создаваемую пользователями, подключенными к определенному узлу доступа проектируемой сети можно определить следующим образом:

$$Y_i^{Dial-up} = a_{Dial-up} \cdot N_{Dial-up} \cdot \quad (7.13)$$

Количество линий, необходимых для реализации данного типа доступа определяется по таблицам первой формулы Эрланга при вероятности потерь $P_{\text{от}} = 0,01$.

Требуемая полоса пропускания определяется, исходя из того, что скорость передачи данных при коммутируемом доступе, то есть $V_{Dial-up}$ равна 64 Кбит/с. Например,:

$$V_{ОПС-40/41}^{Dial-up} = V_{Dial-up} \cdot V'_{ОПС-40/41} = 64 \cdot 316 = 20,22 \text{ Мбит/с.}$$

Аналогичные расчеты необходимо выполнить для абонентов с широкополосным доступом в Интернет по технологии ADSL. При выполнении расчетов учитывается, что a_{ADSL} также равна 0,1 Эрл, а скорость передачи данных равна $V_{ADSL} = 2048$ Кбит/с.

Требуемая пропускная способность канала связи для доступа в Интернет абонентов по технологи Dial-up от ССОП к модемному пулу рассчитывается, учитывая данные табл. 7.3:

$$V_{omCCOП}^{dial-up} = \sum V_{ОПС-i}, \text{ Мбит/с.} \quad (7.14)$$

Аналогично, выполняется расчет требуемой пропускной способности канала связи для доступа в Интернет абонентов по технологи ADSL от ССОП к DSLAM (мультиплексору доступа), учитывая данные табл. 7.3:

$$V_{omCCOП}^{ADSL} = \sum V_{ОПС-i}^{ADSL}, \text{ Гбит/с.} \quad (7.15)$$

Зная необходимый Интернет трафик и соответствующий ему транспортный ресурс, можно рассчитать необходимую полосу пропускания участков пакетной сети для его передачи. При этом необходимо учитывать направления передачи информационных потоков. Вариант подключения к узлу доступа в Интернет приведен на рис. 7.3.

В рассматриваемом примере в пакетной мультисервисной сети соединение MSAN с сетью Интернет организуется следующим образом:

- трафик от MSAN- 92/93, MSAN- 52/53 и MSAN- 42/43 будет передаваться к ПК-1 против часовой стрелки (см. рис. 7.3);

- трафик от MSAN- 94/95, MSAN- 98/99, MSAN- 48/49, MSAN -96/97 и MSAN- 46/473 будет передаваться к ПК-1 по часовой стрелке.

В соответствии с этим рассчитывается требуемая пропускная способность каждого из участков пакетной сети для пропуска Интернет трафика.

Просуммировав требуемый транспортный ресурс на каждом участке пакетной сети, получим величину общего транспортного ресурса, что позволит выбрать соответствующий тип интерфейса.

Например, для участка XVII пакетной сети, представленной на рис. 7.3, с учетом данных табл. 7,3, имеем:

$$V_{XVII}^{Int.} = V_{MSAN-92/93}^{Int.} + V_{MSAN-52/53}^{Int.} + V_{MSAN-42/43}^{Int.} = 5892,684 \text{ Мбит./с}$$

При выборе типа интерфейса необходимо учитывать, что каждый объект пакетной сети с целью резервирования подключается с резервным интерфейсом по схеме резервирования 1:1.

Пример представления результатов расчетов и выбора типов интерфейсов показан в табл. табл. 7.5.

Таблица 7.5

Расчет пропускной способности участков пакетной сети для передачи Интернет трафика и тип интерфейсов

Участок сети NGN	Пропускная способность участка, Мбит/с	Количество и тип интерфейсов
XI
...		
XVII	5892,684	2x10GbitEthernet
...
XIX

7.5 Методика расчета и выбора типов интерфейсов для передачи видео трафика

Пример структурной схемы подключения пользователей к видео серверу (IP-TV-сервер) показан на рис. 7.4.

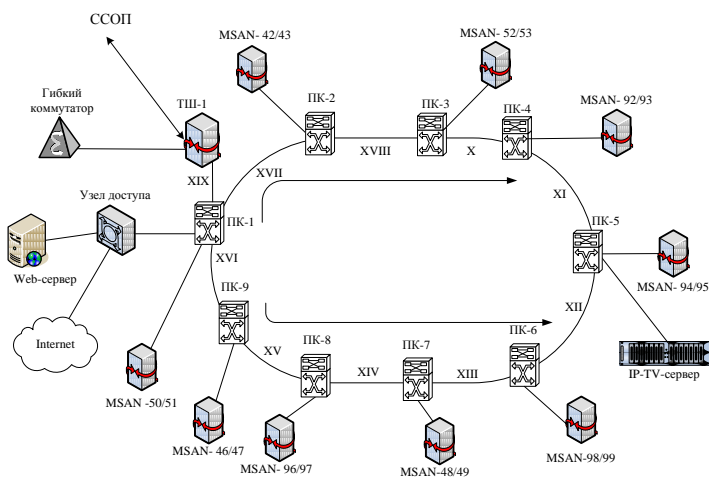


Рис. 7.4 - Вариант подключения пользователей IP-TV

Структурный состав пользователей IP-TV и видео по запросу (VoD) рассчитывается в соответствии с исходными данными. По этим данным определяется нагрузка, создаваемая пользователями, имеющими доступ к услуге пакетное телевидение IP-TV, и соответствующее ей число линий. Используя эти данные, можно рассчитать необходимую полосу пропускания для предоставления этой услуги.

Удельная нагрузка на IP-TV канал a_{IP-TV} составляет 0,1 Эрл, следовательно, нагрузку, создаваемую пользователями, имеющими доступ к этой услуге, можно определить следующим образом:

$$Y_i^{IPTV} = a_{IPTV} \cdot N_{IPTV i}, \quad \text{Эрл.} \quad (7.16)$$

Количество линий, необходимых для обслуживания данной нагрузки, определяется по таблицам первой формулы Эрланга при вероятности потерь $P_{\text{отл.}} = 0,01$ аналогично предыдущим расчетам для Интернет трафика.

В табл. 7.6 приведены число пользователей, имеющих доступ к услуге пакетного телевидения IP-TV и услуге «Видео по запросу» VoD, создаваемая ими нагрузка, число линий для обслуживания этой нагрузки и соответствующая необходимая полоса пропускания. Пример заполнения табл. 7.6 приведен ниже.

Требуемая полоса пропускания определяется исходя из того, что скорость передачи данных для IP-TV: V_{IPTV} равна 2,048 Мбит/с, например,:

$$V_{MSAN-42/43}^{IPTV} = V_{IPTV} \cdot V'_{MSAN-42/43}, \text{ Мбит/с.} \quad (7.17)$$

Аналогичные расчеты выполняются относительно пользователей услугой VoD, учитывая, что удельная нагрузка на одного пользователя a_{VoD} равна 0,01 Эрл, а скорость передачи данных также $V_{VoD} = 2,048$ Мбит/с.

Доступ к IP-TV - серверу в проектируемой пакетной сети организуется следующим образом:

- трафик от MSAN- 50/51, MSAN- 42/43, MSAN- 52/53 и MSAN- 92/93 будет передаваться к ПК-5 по часовой стрелке (как это показано на рис. 7.4);

- трафик от MSAN- 46/47, MSAN- 96/97, MSAN- 48/49 и MSAN - 98/99 будет передаваться к ПК-5 против часовой стрелки.

В соответствии с этим рассчитывается требуемая пропускная способность каждого из участков пакетной сети для пропуски видео трафика. Результаты расчетов заносятся в табл. 7.7.

Таблица 7.7

Расчет пропускной способности участков пакетной сети для передачи видео трафика и тип интерфейсов

Участок сети NGN	Пропускная способность участка, Мбит/с	Количество и тип интерфейсов
XI	2850,816	2x10GbitEthernet
...
XVII
...
XIX

8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ПРОЕКТИРУЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Общие принципы проектирования оборудования МССОП изложены в главе 14 [5]. Методика расчета объема проектируемого оборудования мультисервисной сети связи общего пользования предусматривает:

- расчет оборудования гибкого коммутатора (softswitch);
- расчет оборудования сигнальных и медиа шлюзов;
- расчет оборудования мультисервисных узлов доступа MSAN и абонентских медиашлюзов АМШ.

Для выполнения этих расчетов необходимо использовать характеристику оборудования NGN зарубежного и отечественного производства, используя рекомендованный список литературы.

В соответствие с рассматриваемым примером для построения мультисервисной сети связи общего пользования предлагается использовать оборудование компании Huawei(Китай):

- 1) гибкий коммутатор (softswitch) SoftX3000;
- 2) для построения мультисервисных узлов доступа MSAN выбран интегрированный медиашлюз доступа UA5000;
- 3) функции транкинговых шлюзов ТШ-1 и ТШ-2 реализует универсальный шлюз доступа UMG8900.

Характеристика этого оборудования приведена в [5]. Там же приведены основные характеристики оборудования платформ NGN других производителей. В том числе, оборудования NGN в соответствие с вариантами, рекомендованными в табл. 1.3.

8.1 Методика расчета оборудования гибкого коммутатора (softswitch) SoftX3000

Важнейшим компонентом гибкого коммутатора SoftX3000 является максимальное число попыток вызовов в час наибольшей нагрузки ВНСА(Busy Hour Call Attempt). В соответствии с данными табл. 5.1[5] максимальная производительность системы составляет 16 миллионов вызовов в ЧНН.

В рассматриваемом примере производительность гибкого коммутатора $P_{ГК} = 254139$ выз/час. Учитывая производительность одного модуля обработки услуг FCCU (400 тыс. выз./ЧНН), для обработки требуемого количества вызовов достаточно одного модуля данного типа.

Однако для работы со смешанной абонентской нагрузкой рекомендуется использовать разделение нагрузки между модулями.

Кроме этого при обслуживании данной нагрузки ресурсы модуля будут загружены в существенной степени. Поэтому, предусматривая запас, выбираем два модуля FCCU.

Модули FCCU обычно резервируются по умолчанию и используются парами. Таким образом, с учетом резервирования всего необходимо 4 модуля FCCU.

8.2 Методика расчета оборудования универсального шлюза доступа UMG8900

Универсальный шлюз доступа UMG8900 [5] может служить шлюзом соединительных линий TG(Trunk Gateway), шлюзом доступа AG (Access Gateway), а также реализует функции сигнального шлюза SG (Signalling Gateway).

Шлюз UMG8900 состоит из двух основных функциональных модулей:

- SSM (Service Switching Module) – модуль коммутации услуг выполняет коммутацию и преобразование форматов медиа и сигнальной информации;

- UAM (User Access Module) – модуль абонентского доступа обеспечивает интегрированный доступ для узкополосных и широкополосных услуг и реализует функции шлюза доступа.

При использовании шлюз UMG8900 в качестве транкингового шлюза возможна поддержка до 54000 каналов интерфейса E1 и до 70000 каналов интерфейса SDH (см. табл. 5.7[5]).

В рассматриваемом примере количество потоков E1, обрабатываемых ТШ-1, в соответствие с данными табл. 4.4 и табл. 4.5 составляет 126 потоков E1. Каждая плата поддерживает 32 потока, следовательно потребуются 4 платы FE32 (интерфейс Fast Ethernet-100Мбит/с.).

Для обработки сигнализации ОКС№7 стандартный шлюз UMG8900 большой емкости может обработать до 896 сигнальных звеньев 64 кбит/с (см. табл. 5.10 [5]).

В рассматриваемом примере число звеньев сигнализации, необходимое для обслуживания медиа трафика, передаваемого от/к пакетной и SDH сетями, может быть определено по формуле (6.2). В этой формуле $y_{с i} = 0,1373 \cdot 10^{-3}$. $Y_{ТШ1} = 0,544$ Эрл. Такая сигнальная нагрузка потребует 3 звеньев сигнализации.

С учетом резервирования потребуется 6 ЗС, то есть выбранный шлюз UMG8900 сможет обработать сигнальную нагрузку ОКС№7.

8.3 Методика расчета оборудования интегрального медиа шлюза доступа UA5000

Основные характеристики мультисервисного шлюза доступа UA5000 представлены в табл. 5.3[5]. Типы источников нагрузки каждого MSAN проектируемой мультисервисной сети указаны в исходных данных.

В рассматриваемом примере для каждого MSAN:

- количество аналоговых абонентских телефонных линий $N_{ат}=10000$;

- количество абонентов доступа в Интернет $N_{инт}=4000$;

- количество абонентов пакетного телевидения $N_{IP-TV}=3200$;

- количество абонентов услуги «Видео по запросу» $N_{VoD}=1000$.

В соответствие с этими данными рассчитывается:

1) число плат для включения аналоговых абонентских линий:

$$N_{ASL} =]10000/32 [= 313 \text{ плат};$$

2) число плат для реализации доступа в Интернет:

$$N_{ADLA} =]4000/16 [= 250 \text{ плат};$$

3) число плат для реализации услуг пакетного телевидения:

$$N_{ADLV} =]3200+1000/16 [= 263 \text{ платы.}$$

В настоящее время для построения мультисервисных сетей общего пользования разработано несколько моделей стативов UA5000, что показано в табл. 5.5 [5].

Аналогично приведенной методике выполняется расчет проектируемого оборудования NGN других производителей.

Список использованных источников

1. Нормы технологического проектирования. Городские и сельские телефонные сети [Текст]: РД 45.120-2001. - М.: Министерство Российской Федерации по связи и информатизации. - 128 с.
2. Семенов, Ю.В. Проектирование сетей связи следующего поколения [Текст]/ Ю.В. Семенов -С-Пб.: Наука и техника, 2005. - 240 с.
3. Росляков, А. В. Мультисервисные платформы сетей следующего поколения NGN. Отечественные системы [Текст] / А. В. Росляков - Самара: ПГУТИ, 2012. - Т.1 - 305 с.
4. Росляков, А. В. Мультисервисные платформы сетей следующего поколения NGN. Зарубежные системы [Текст] / А.В. Росляков [и др.]; под ред. А.В. Рослякова. – Самара: ПГУТИ, 2012. – Т.2 - 337 с.
5. Росляков, А. В. Зарубежные и отечественные платформы сетей NGN [Текст] / А.В. Росляков. – Самара: ИУНЛ ПГУТИ, 2013. - 312 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1 Справочные таблицы

Таблица П.1.1

Зависимость величины внутростанционного сообщения от
возникающего сообщения ОПС (АТС), в %

Возникающее сообщение АТС к сообщению сети, %	Процент внутреннего сообщения в возникающем сообщении	Возникающее сообщение АТС к сообщению сети, %	Процент внутреннего сообщения в возникающем сообщении
0,5	16,0	12,0	30,0
1,0	18,0	13,0	31,5
1,5	18,7	14,0	32,9
2,0	19,0	15,0	33,3
2,5	19,2	20,0	38,5
3,0	19,4	25,0	42,4
3,5	19,7	30,0	46,0
4,0	20,0	35,0	50,4
4,5	20,2	40,0	54,5
5,0	20,4	45,0	58,2
5,5	20,7	50,0	61,8
6,0	21,0	55,0	66,6
7,0	22,6	65,0	72,8
7,5	23,5	70,0	76,4
8,0	24,2	75,0	80,4
8,5	25,1	80,0	81,3
9,0	25,8	85,0	88,1
9,5	26,4	90,0	92,2
10,0	27,4	95,0	95,1
10,5	27,6	100,0	100,0
11,0	28,3		

Таблица П.1.2

Таблицы Эрланга для полнодоступного включения

$$\text{Система с явными потерями } P = E_v(Y) = \frac{Y^v}{v!} \cdot \frac{1}{\sum_{i=0}^v \frac{Y^i}{i!}},$$

Y-поступающая нагрузка, V- число линий, P – вероятность потерь

Поступающая нагрузка, Эрл, при P, равной									
V	0,001	0,002	0,003	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2
1	0,001	0,002	0,003	0,005	0,010	0,020	0,053	0,111	0,25
2	0,046	0,065	0,081	0,105	0,153	0,223	0,381	0,595	1,00
3	0,194	0,249	0,289	0,349	0,455	0,602	0,899	1,27	1,93
4	0,439	0,535	0,602	0,701	0,869	1,09	1,52	2,05	2,95
5	0,762	0,900	0,994	1,13	1,36	1,66	2,22	2,88	4,01
6	1,15	1,33	1,45	1,62	1,91	2,28	2,96	3,76	5,11
7	1,58	1,80	1,95	2,16	2,50	2,94	3,74	4,67	6,23
8	2,05	2,31	2,48	2,73	3,13	3,63	4,54	5,60	7,37
9	2,56	2,85	3,05	3,33	3,78	4,34	5,37	6,55	8,52
10	3,09	3,43	3,65	3,96	4,46	5,08	6,22	7,51	9,68
11	3,65	4,02	4,27	4,61	5,16	5,84	7,08	8,49	10,9
12	4,23	4,64	4,90	5,28	5,88	6,61	7,95	9,47	12,0
13	4,83	5,27	5,56	5,96	6,61	7,40	8,83	10,5	13,2
14	5,45	5,92	6,23	6,66	7,35	8,20	9,73	11,5	14,4
15	6,08	6,58	6,91	7,38	8,11	9,01	10,6	12,5	15,6
16	6,72	7,26	7,61	8,10	8,88	9,83	11,5	13,5	16,8
17	7,38	7,95	8,32	8,83	9,65	10,7	12,5	14,5	18,0
18	8,05	8,64	9,03	9,58	10,4	11,5	13,4	15,5	19,2
19	8,72	9,35	9,76	10,3	11,2	12,3	14,3	16,6	20,4
20	9,41	10,1	10,5	11,1	12,0	13,2	15,2	17,6	21,6
21	10,1	10,8	11,2	11,9	12,8	14,0	16,2	18,7	22,8
22	10,8	11,5	12,0	12,6	13,7	14,9	17,1	19,7	24,1
23	11,5	12,3	12,7	13,4	14,5	15,8	18,1	20,7	25,3
24	12,2	13,0	13,5	14,2	15,3	16,6	19,0	21,8	26,5

Поступающая нагрузка, Эрл, при Р, равной									
V	0,001	0,002	0,003	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2
25	13,0	13,8	14,3	15,0	16,1	17,5	20,0	22,8	27,7
26	13,7	14,5	15,1	15,8	17,0	18,4	20,9	23,9	28,9
27	14,4	15,3	15,8	16,6	17,8	19,3	21,9	24,9	30,2
28	15,2	16,1	16,6	17,4	18,6	20,2	22,9	26,0	31,4
29	15,9	16,8	17,4	18,2	19,5	21,0	23,8	27,1	32,6
30	16,7	17,6	18,2	19,0	20,3	21,9	24,8	28,1	33,8
31	17,4	18,4	19,0	19,9	21,2	22,8	25,8	29,2	35,1
32	18,2	19,2	19,8	20,7	22,0	23,7	26,7	30,2	36,3
33	19,0	20,0	20,6	21,5	22,9	24,6	27,7	31,3	37,5
34	19,7	20,8	21,4	22,3	23,8	25,5	28,7	32,4	38,8
35	20,5	21,6	22,2	23,2	24,6	26,4	29,7	33,4	40,0
36	21,3	22,4	23,1	24,0	25,5	27,3	30,7	34,5	41,2
37	22,1	23,2	23,9	24,8	26,4	28,3	31,6	35,6	42,4
38	22,9	24,0	24,7	25,7	27,3	29,2	32,6	36,6	43,7
39	23,7	24,8	25,5	26,5	28,1	30,1	33,6	37,7	44,9
40	24,4	25,6	26,3	27,4	29,0	31,0	34,6	38,8	46,1
41	25,2	26,4	27,2	28,2	29,9	31,9	35,6	39,9	47,4
42	26,0	27,2	28,0	29,1	30,8	32,8	36,6	40,9	48,6
43	26,8	28,1	28,8	29,9	31,7	33,8	37,6	42,0	49,9
44	27,6	28,9	29,7	30,8	32,5	34,7	38,6	43,1	51,1
45	28,4	29,7	30,5	31,7	33,4	35,6	39,6	44,2	52,3
46	29,3	30,5	31,4	32,5	34,3	36,5	40,5	45,2	53,6
47	30,1	31,4	32,2	33,4	35,2	37,5	41,5	46,3	54,8
48	30,9	32,2	33,1	34,2	36,1	38,4	42,5	47,4	56,0
49	31,7	33,0	33,9	35,1	37,0	39,3	43,5	48,5	57,3
50	32,5	33,9	34,8	36,0	37,9	40,3	44,5	49,6	58,5
51	33,3	34,7	35,6	36,9	38,8	41,2	45,5	50,6	59,7
52	34,2	35,6	36,5	37,7	39,7	42,1	46,5	51,7	61,0
53	35,0	36,4	37,3	38,6	40,6	43,1	47,5	52,8	62,2
54	35,8	37,2	38,2	39,5	41,5	44,0	48,5	53,9	63,5
55	36,6	38,1	39,0	40,4	42,4	44,9	49,5	55,0	64,7
56	37,5	38,9	39,9	41,2	43,3	45,9	50,5	56,1	65,9
57	38,3	39,8	40,8	42,1	44,2	46,8	51,5	57,1	67,2
58	39,1	40,6	41,6	43,0	45,1	47,8	52,6	58,2	68,4
59	40,0	41,5	42,5	43,9	46,0	48,7	53,6	59,3	69,7

Поступающая нагрузка, Эрл, при Р, равной									
V	0,001	0,002	0,003	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2
60	40,8	42,4	43,4	44,8	46,9	49,6	54,6	60,4	70,9
61	41,6	43,2	44,2	45,6	47,9	50,6	55,6	61,5	72,1
62	42,5	44,1	45,1	46,5	48,8	51,5	56,6	62,6	73,4
63	43,3	44,9	46,0	47,4	49,7	52,5	57,6	63,7	74,6
64	44,2	45,8	46,8	48,3	50,6	53,4	58,6	64,8	75,9
65	45,0	46,6	47,7	49,2	51,5	54,4	59,6	65,8	77,1
66	45,8	47,5	48,6	50,1	52,4	55,3	60,6	66,9	78,3
67	46,7	48,4	49,5	51,0	53,4	56,3	61,6	68,0	79,6
68	47,5	49,2	50,3	51,9	54,3	57,2	62,6	69,1	80,8
69	48,4	50,1	51,2	52,8	55,2	58,2	63,7	70,2	82,1
70	49,2	51,0	52,1	53,7	56,1	59,1	64,7	71,3	83,3
71	50,1	51,8	53,0	54,6	57,0	60,1	65,7	72,4	84,6
72	50,9	52,7	53,9	55,5	58,0	61,0	66,7	73,5	85,8
73	51,8	53,6	54,7	56,4	58,9	62,0	67,7	74,6	87,0
74	52,7	54,5	55,6	57,3	59,8	62,9	68,7	75,6	88,3
75	53,5	55,3	56,5	58,2	60,7	63,9	69,7	76,7	89,5
76	54,4	56,2	57,4	59,1	61,7	64,9	70,8	77,8	90,8
77	55,2	57,1	58,3	60,0	62,6	65,8	71,8	78,9	92,0
78	56,1	58,0	59,2	60,9	63,5	66,8	72,8	80,0	93,3
79	56,9	58,8	60,1	61,8	64,4	67,7	73,8	81,1	94,5
80	57,8	59,7	61,0	62,7	65,4	68,7	74,8	82,2	95,7
81	58,7	60,6	61,8	63,6	66,3	69,6	75,8	83,3	97,0
82	59,5	61,5	62,7	64,5	67,2	70,6	76,9	84,4	98,2
83	60,4	62,4	63,6	65,4	68,2	71,6	77,9	85,5	99,5
84	61,3	63,2	64,5	66,3	69,1	72,5	78,9	86,6	100,7
85	62,1	64,1	65,4	67,2	70,0	73,5	79,9	87,7	102,0
86	63,0	65,0	66,3	68,1	70,9	74,5	80,9	88,8	103,2
87	63,9	65,9	67,2	69,0	71,9	75,4	82,0	89,9	104,5
88	64,7	66,8	68,1	69,9	72,8	76,4	83,0	91,0	105,7
89	65,6	67,7	69,0	70,8	73,7	77,3	84,0	92,1	106,9
90	66,5	68,6	69,9	71,8	74,7	78,3	85,0	93,1	108,2
91	67,4	69,4	70,8	72,7	75,6	79,3	86,0	94,2	109,4
92	68,2	70,3	71,7	73,6	76,6	80,2	87,1	95,3	110,7
93	69,1	71,2	72,6	74,5	77,5	81,2	88,1	96,4	111,9

Поступающая нагрузка, Эрл, при Р, равной									
V	0,001	0,002	0,003	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2
94	70,0	72,1	73,5	75,4	78,4	82,2	89,1	97,5	113,2
95	70,9	73,0	74,4	76,3	79,4	83,1	90,1	98,6	114,4
96	71,7	73,9	75,3	77,2	80,3	84,1	91,1	99,7	115,7
97	72,6	74,8	76,2	78,2	81,2	85,1	92,2	100,8	116,9
98	73,5	75,7	77,1	79,1	82,2	86,0	93,2	101,9	118,2
99	74,4	76,6	78,0	80,0	83,1	87,0	94,2	103,0	119,4
100	75,2	77,5	78,9	80,9	84,1	88,0	95,2	104,1	120,6
102	77,0	79,3	80,7	82,7	85,9	89,9	97,3	106,3	123,1
104	78,8	81,1	82,5	84,6	87,8	91,9	99,3	108,5	125,6
106	80,5	82,8	84,3	86,4	89,7	93,8	101,4	110,7	128,1
108	82,3	84,6	86,2	88,3	91,6	95,7	103,4	112,9	130,6
110	84,1	86,4	88,0	90,1	93,5	97,7	105,5	115,1	133,1
112	85,8	88,3	89,8	92,0	95,4	99,6	107,5	117,3	135,6
114	87,6	90,1	91,6	93,8	97,3	101,6	109,6	119,5	138,1
116	89,4	91,9	93,5	95,7	99,2	103,5	111,7	121,7	140,6
118	91,2	93,7	95,3	97,5	101,1	105,5	113,7	123,9	143,1
120	93,0	95,5	97,1	99,4	103,0	107,4	115,8	126,1	145,6
122	94,7	97,3	98,9	101,2	104,9	109,4	117,8	128,3	148,1
124	96,5	99,1	100,8	103,1	106,8	111,3	119,9	130,5	150,6
126	98,3	100,9	102,6	105,0	108,7	113,3	121,9	132,7	153,0
128	100,1	102,7	104,5	106,8	110,6	115,2	124,0	134,9	155,5
130	101,9	104,6	106,3	108,7	112,5	117,2	126,1	137,1	158,0
132	103,7	106,4	108,1	110,5	114,4	119,1	128,1	139,3	160,5
134	105,5	108,2	110,0	112,4	116,3	121,1	130,2	141,5	163,0
136	107,3	110,0	111,8	114,3	118,2	123,1	132,3	143,7	165,5
138	109,1	111,9	113,7	116,2	120,1	125,0	134,3	145,9	168,0
140	110,9	113,7	115,5	118,0	122,0	127,0	136,4	148,1	170,5
142	112,7	115,5	117,4	119,9	123,9	128,9	138,4	150,3	173,0
144	114,5	117,4	119,2	121,8	125,8	130,9	140,5	152,5	175,5
146	116,3	119,2	121,1	123,6	127,7	132,9	142,6	154,7	178,0
148	118,1	121,0	122,9	125,5	129,7	134,8	144,6	156,9	180,5
150	119,9	122,9	124,8	127,4	131,6	136,8	146,7	159,1	183,0
152	121,8	124,7	126,6	129,3	133,5	138,8	148,8	161,3	185,5
154	123,6	126,5	128,5	131,2	135,4	140,7	150,8	163,5	188,0
156	125,4	128,4	130,3	133,0	137,3	142,7	152,9	165,7	190,5
158	127,2	130,2	132,2	134,9	139,2	144,7	155,0	167,9	193,0

Поступающая нагрузка, Эрл, при Р, равной									
V	0,001	0,002	0,003	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2
160	129,0	132,1	134,0	136,8	141,2	146,6	157,0	170,2	195,5
162	130,8	133,9	135,9	138,7	143,1	148,6	159,1	172,4	198,0
164	132,7	135,8	137,8	140,6	145,0	150,6	161,2	174,6	200,4
166	134,5	137,6	139,6	142,5	146,9	152,6	163,3	176,8	202,9
168	136,3	139,4	141,5	144,3	148,9	154,5	165,3	179,0	205,4
170	138,1	141,3	143,4	146,2	150,8	156,5	167,4	181,2	207,9
172	139,9	143,1	145,2	148,1	152,7	158,5	169,5	183,4	210,4
174	141,8	145,0	147,1	150,0	154,6	160,4	171,5	185,6	212,9
176	143,6	146,9	149,0	151,9	156,6	162,4	173,6	187,8	215,4
178	145,4	148,7	150,8	153,8	158,5	164,4	175,7	190,0	217,9
180	147,3	150,6	152,7	155,7	160,4	166,4	177,8	192,2	220,4
182	149,1	152,4	154,6	157,6	162,3	168,3	179,8	194,4	222,9
184	150,9	154,3	156,4	159,5	164,3	170,3	181,9	196,6	225,4
186	152,8	156,1	158,3	161,4	166,2	172,3	184,0	198,9	227,9
188	154,6	158,0	160,2	163,3	168,1	174,3	186,1	201,1	230,4
190	156,4	159,8	162,1	165,2	170,1	176,3	188,1	203,3	232,9
192	158,3	161,7	163,9	167,0	172,0	178,2	190,2	205,5	235,4
194	160,1	163,6	165,8	168,9	173,9	180,2	192,3	207,7	237,9
196	161,9	165,4	167,7	170,8	175,9	182,2	194,4	209,9	240,4
198	163,8	167,3	169,6	172,7	177,8	184,2	196,4	212,1	242,9
200	165,6	169,2	171,4	174,6	179,7	186,2	198,5	214,3	245,4
202	167,5	171,0	173,3	176,5	181,7	188,1	200,6	216,5	247,9
204	169,3	172,9	175,2	178,4	183,6	190,1	202,7	218,7	250,4
206	171,2	174,8	177,1	180,4	185,5	192,1	204,7	221,0	252,9
208	173,0	176,6	179,0	182,3	187,5	194,1	206,8	223,2	255,4
210	174,8	178,5	180,9	184,2	189,4	196,1	208,9	225,4	257,9
212	176,7	180,4	182,7	186,1	191,4	198,1	211,0	227,6	260,4
214	178,5	182,2	184,6	188,0	193,3	200,0	213,0	229,8	262,9
216	180,4	184,1	186,5	189,9	195,2	202,0	215,1	232,0	265,4
218	182,2	186,0	188,4	191,8	197,2	204,0	217,2	234,2	267,9
220	184,1	187,8	190,3	193,7	199,1	206,0	219,3	236,4	270,4
230	193,3	197,2	199,7	203,2	208,8	215,9	229,7	247,5	282,8
240	202,6	206,6	209,2	212,8	218,6	225,9	240,1	258,6	295,3
250	211,9	216,0	218,7	222,4	228,3	235,8	250,5	269,6	307,8
300	258,6	263,2	266,2	270,4	277,1	285,7	302,6	325,0	370,3
350	305,7	310,8	314,2	318,7	326,2	335,7	354,8	380,4	432,7

Приложение 2 Основные характеристики оборудования платформ NGN

Таблица П.2.1

Характеристики транзитных медиашлюзов

№	Фирма	Тип	Интерфейсы TDM	Интерфейсы IP	Каналов VoIP	Конструктив
1.	Alcatel-Lucent	7510	163xE1, 31xSTM-1, PRI, V5.2	Eth, FEth, GEth	9920	Полка 14U, 20 слотов
		7515	2x8xE1	FEth	н/д	Блок 2U
		7520	28xE1, 4xSTM-1	4xGEth, 4xOC-3 (IP/ATM)	8680	Полка 14U, 20 слотов
2.	Cisco	MGX 8880	192xE1, 3xSTM-1	FEth, GEth, POS, ATM	40 тыс.	Полка 14U 16 слотов
3.	Citronics	TGX 6160	80xE1	3xEth/FEth	8 тыс.	Полка 6U, 20 слотов
		TGX 6400	192xE1, 12xSTM-1, 6xSTM-4	2xEth/FEth/GEth	8 тыс.	Полка 5U ATCA, 5 слотов
4.	Huawei	UMG 8900	256xE1, 16xSTM-1	8xFEth, 2xGEth, 8xSTM-1 (POS), 2xSTM-4 (POS)	70 тыс.	Полка 12U, 16 слотов
5.	IskraTel	SI 3000 SMG	32xE1	Eth, FEth, GEth	904	Плата
6.	ПРОТЕЙ	mGate. ITG	4xE1, PRI	FEth, SHDSL	н/д	Кассета 6U
7.	ЭЛТЕКС	SMG 1016	16xE1	3xEth/FEth/GEth (эл.) 2xGEth (оптич)	960	Блок 42x24x4,8 см

Обозначения в таблице: Eth – Ethernet, FEth – FastEthernet, GEth - 1G Ethernet, POS – Paket over Sonet, U - юнит

Таблица П.2.2

Характеристики сигнальных шлюзов

№	Фирма	Тип	Интерфейсы TDM	Емкость ОКCN№7	Интерфейсы IP	Конструктив
1.	Alcatel-Lucent	5025	96xE1	512 ЗС, 28 тыс. MSU/c	Eth/FEth	Блок 14U
		5073	48xE1	256 ЗС DS0, 48 ЗС ATM, 15 тыс. MSU/c	Eth/FEth/ GEth	Блок 4U
2.	Cisco	ITP 7613	E1, E3, ATM over E1	2772 ЗС, 154 тыс. MSU/c	FEth/ GEth	Блок 19U
3.	Citronics	SGX 7000	E1, STM-1, STM-4	н/д	Eth/FEth/ GEth (эл.), Geth (оптич.)	н/д
4.	Huawei	SG 7000	E1, ATM over E1	6048 ЗС DS0, 756 ЗС E1, 378 ЗС ATM, 154 тыс. MSU/c	FEth/ GEth	4 статива
5.	IskraTel	SI 3000 SMG	32xE1	906 ЗС	Eth, FEth, GEth	плата
6.	Vocaltec	Essentra SG22	12xE1	128 ЗС	4xEth/FEth/ GEth	Блок 2U
7.	HATEKC	Voice Com 8000SG	8xE1	247 ЗС	2xEth/FEth	Блок 1U

Обозначения в таблице: ЗС – звено сигнализации ОКCN№7, Eth – Ethernet, FEth – FastEthernet, GEth - 1G Ethernet, U - юнит

Таблица П.2.3

Характеристики медиашлюзов доступа

№	Фирма	Тип	Интерфейсы TDM	Интерфейсы IP	Конструктив
1.	Alcatel-Lucent	APX 1000	24xE1	4xEth/FEth	Статив 148x172x52 дюйм
2.	Cisco	AS 5350	8xE1	2xFEth	Блок 1U
		AS 5400	16xE1	2xEth/FEth	Блок 2U
		AS 5850	86xE1, 2xSTM-1	2xGEth	Блок 14U
3.	NSN	hiG 1600	320xE1, 4xSTM-1, V.93, V 5.2	4x FEth/ GEth	Статив на 4 полки
4.	VocalTec	Essentra GATE	32xE1 (V5.x)	FEth/ GEth	Блок 4U
5.	НАТЕКС	VC-220E2	4xE1 (PRI)	Eth/FEth	Блок 1U
6.	ПРОТЕЙ	mAccess. MTU	PRI	Eth	Блок 1U (E1/Eth)
7.	ЭЛТЕКС	MC240. КЦИ	4xE1 (ISUP, 2BCK, PRI, E&M)	Eth/FEth	Блок 2U

Обозначения в таблице: Eth – Ethernet, FEth – FastEthernet, GEth - 1G Ethernet, U - юнит

Таблица П.2.4

Характеристики резидентных абонентских шлюзов доступа

№	Фирма	Тип	Интерфейсы TDM	Интерфейсы IP	Конструктив
1.	Alcatel-Lucent	7302 ISAM	48 АЛ (плата), 3456 АЛ (блок), xDSL,	FEth, GEth	Блок 600х600 мм
		Litespan 1540	48 ал (плата), 3648 ал (стойка), ADSL, HDSL, G.SHDSL, V5, STM-1, STM-4	Eth/FEth (электр./оптич.), ATM	Стойка
2.	Citronics	AGX 5160	512 АЛ, 256 BRI	Eth/FEth	Кассета 6U
3.	Huawei	UA 5000	288 АЛ (ведущая полка), 416 АЛ (ведомая полка), 8xE1 (на плату), 16xSHDSL/ ADSL/VDSL (на плату)	FEth/ GEth, ATM	Полка 6U, статов на 1-5 полок
4.	IskraTel	SI 3000 MSAN	64-1216 АЛ, 16-304 E1, 48-912 ADSL, 32-608 SHDSL, 24-456 VDSL2	24-228 FEth, 10-190 GEth	Различные конструктивы секций
5.	АЛС и ТЕК	АЛС-7300 AG	512 АЛ, 8xE1,	4xFEth, GEth	Блок на 6U
		MSAN-АЛС	1 плата: 32 АЛ / 32xADSL/ 24xVDSL2/ 16xSHDSL	24xFEth, 4xGEth	Блок 6U
6.	НАТЕКС	VC-220	32xFXO, 32xFXS	Eth/FEth	Блок 1U
7.	ПРОТЕЙ	mAccess. MAK	570 АЛ, E1 (V5.x, PRI), ADSL/ VDSL/ SHDSL	FEth	Блок 6U
		mAccess. MTU	24xFXS	Eth	Блок 1U (Ax/Eth)
8.	ЭЛТЕКС	TAU-32M.IP	72xFXS	3xEth/FEth/ GEth	Блок 1U
		MSAN MC1000-PX	1 плата: 72 АЛ / 16xE1/ 32xVDSL/ 60xADSL	4xGEth	Блок 9U

Обозначения в таблице: АЛ – абонентская линия

Таблица П.2.5

Характеристики гибких коммутаторов

№	Фирма	Тип	Функции	Производительность	Интерфейсы	Конструктив
1.	Alcatel-Lucent	5020 MGC-8	ГК-4, STP, SEP, MGCF, GMSC	4 млн. выз/ЧНН, 10 тыс. MG, 250 тыс. СЛ	E1 (ОКС№7), Eth, FEth	Шасси АТСА, 11U
		5020 MGC-12	ГК-4, MGCF, IBCF	5,6 млн. выз/ЧНН	E1 (ОКС№7), Eth, FEth, STM-1 (VoATM)	Шасси ТСА
		5060 MGC-8	ГК-4, MGCF, IBCF	10 млн. выз/ЧНН, 100 тыс. MG, 1 млн. СЛ	E1 (ОКС№7), Eth, FEth, GEth	Шасси АТСА, 11U
		5060 MGC-10	ГК-4/5, MGCF	12 млн. выз/ЧНН, 16 тыс. MG, 512 тыс. СЛ	E1 (ОКС№7), Eth, FEth	Шасси АТСА 2125x600x600 мм
		5060 ICS	ГК-5, BGCF, P-CSCF, I-CSCF, S-CSCF	2,8 млн. АЛ	Eth, FEth, GEth	Шасси АТСА 2125 x 600 x 600 мм
2.	Cisco	PGW 2200	ГК-4, MGC, SC	30 - 200 выз/с, 18,5 тыс. сеансов	E1, Eth, FEth, GEth	Сервер 1-4 U
		BTS 10200	ГК-4/5	30 - 800 выз/с, 20 тыс. сеансов, 180 тыс. АЛ, 10 тыс. MG	Eth, FEth	Стойка 44 U
3.	Huawei	SoftX3000	ГК-4/5	Макс. – 40 модулей. 1 модуль: 300 тыс. выз/ЧНН, 50 тыс. АЛ, 90 тыс. СЛ	E1, FEth	Стойка OSTA 46U, до 18 полок
4.	Citronics	MGC 9000	ГК-4/5	16 млн. выз/ЧНН, 500 тыс. одновр. выз.,	Eth, FEth, GEth	АТСА кассета 12U

№	Фирма	Тип	Функции	Производительность	Интерфейсы	Конструктив
				4096 ЗС		
5.	IskraTel	SI3000 CS	ГК-4/5	150 тыс. - 4 млн. выз/ЧНН, от 30 тыс. до 1 млн. АЛ	GEth	1 MEA, 1 ATCA, несколько ATCA
6.	NSN	Surpass hiE 9200	ГК-4/5	16 млн. выз/ЧНН, 250 тыс. СЛ, 1,7 млн. АЛ	Eth, FEth	Статив 2450x880x600 мм
7.	Vocaltec	Essentra BAX	ГК-5	20 тыс. АЛ, 288 тыс. выз/ЧНН	Eth, FEth	1 Blade сервер
		Essentra CX	ГК-4	480xE1, 100 выз/с, 32 SG	Eth, FEth	Сервер 1U
8.	МФИ Софт	PTY	ГК-4/5, SBC	1 модуль ПО: 4 тыс. одновр. вызовов, 10 тыс. АЛ	E1, FXS, FXO, FEth, GEth	-
		MVTS II	ГК-5, SBC	500 - 10 тыс. одновр. выз., 100 выз/с	FEth, GEth	2 сервера
		MVTS Pro	ГК-4, SBC	50 тыс. одновр. вызовов, 1 тыс. выз/с	FEth, GEth	2 сервера
9.	НАТЕКС	VoiceCom 8000S	ГК-4/5	от 500 до 1500 АЛ	E1, FXS, FXO, FEth, GEth	1U, 2U или 6U
10.	ПРОТЕЙ	mCore. MKD-4	ГК-4	5 тыс. одновр. вызовов, 500 выз/с	FEth, GEth	сервер
		mCore. MKD-5	ГК-5	5 тыс. одновр. вызовов, 200 выз/с, до 25 тыс. АЛ	FEth, GEth	сервер
11.	ЭЛТЕКС	ECSS-10	ГК-4/5, SBC	Лицензии на 100 абон. SIP (ГК-5) и на 10 одновр. вызов. (ГК-4)	Eth, FEth, GEth	серверы

Обозначения в таблице: ГК-4 (5) – гибкий коммутатор класса 4 (5), СЛ – соединительная линия, ЧНН – час наибольшей нагрузки

